Bibliothek.
Enc. 18
(17, 1/2
<36615346350014
<36615346350014
Bayer. Staatsbibliothek

Der Astronom,

oder

Compendiöse Bibliothek

des

Wissenswürdigsten

aus

den gesammten astronomischen Wissenschaften.

Heft I. Text. Heft II. Kupfer.

Ladenpreis 12 ggl.

Eisenach und Halle,
bey Johann Jacob Gebauer,
1797.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorerinnerung.

In der XVI. Abtheilung dieser compendiösen Bibliothek der gemeinnützigsten Kenntnisse, betitelt der Mathematiker, ward bey der 5ten Unterabtheilung der angewandten Mathematik in dem dort vollständig dargelegten Plan der letztern für diese Bibliothek, in Absicht der astronomischen Wissenschaften, auf eine eigene, aus guten Gründen für sich bestehende, Abtheilung dieser Bibliothek verwiesen, von welcher denn die Theilnehmer dieses Instituts hier den ersten Heft erhalten.

Wiewohl es immer Hauptzweck der gesammten Bibliothek bleibt, geordnete Auszüge kurz, deutlich und vollständig im Wesentlichen aus neuern (seit 1788 erschienenen) Schriften zu liefern;

so würde doch derselbe bey den mathematischen Wissenschaften, wegen ihres strengeren Zusammenhangs nicht erreicht werden können, wenn bey diesen nicht dem Nichtgelehrten (als dem eigentlichen Leser der compend. Bibl.) eine Grundlage gegeben würde, durch die ihm erst die beabsichtigten Auszüge verständlich, lehrreich und folglich brauchbar werden können. Diese nöthige Grundlage für den Anfänger wird denn auch der Gegenstand der ersten Hefte des Astronomen seyn. In dieser Form (und auf die Form kommt hier sehr viel an) wird man sie in keinem astronomischen Buche vorfinden. Vornehmlich ist auf eine sorgfältigere Entwicklung der Elemente dieser Wissenschaft Rücksicht genommen, so wie sie dem denkenden Kopfe Bedürfniß ist, um am leichtesten die schnellsten und sichersten Fortschritte zu machen. So sind hier nicht nur, wie in jedem astronomischen Lehrbuche, die Kreise und Puncte, die am Himmel angenommen sind, angegeben; sondern es ist — was man nirgends findet — gezeigt worden, wie man dazu gekommen, gerade auf diese Puncte und Kreise die Bestimmung der Lage der Himmelskörper zu beziehen. — Eben so findet man in den meisten astronomischen Werken gar nichts über den Beobachtungsort des Astronomen; worüber in diesem ersten

Heft

Heft gewiß jeder in der möglichsten Kürze befriedigt werden wird. — Ueber die Fernröhre ist in größter Kürze und Vollständigkeit alles Wissenswürdige so gemeinfaßlich als möglich vorgetragen. Bloße Liebhaber der Optik dürfte das hier vorgetragene schon sehr interessiren. Besonders wird man von den achromatischen Fernröhren mit größter Genauigkeit alles beygebracht sehen, was diese Stunde davon bekannt ist. Mittelst der hier gegebnen Anleitung werden viele Liebhaber erst lernen, sich taugliche Werkzeuge anzuschaffen, oder mit ihren bisherigen gehörig umzugehen. So wie diesem Hefte schon die Abbildung des schönen Koppenhagner Durchgangsfernrohrs beygefügt worden; so sollen auch künftig die Koppenhagner Instrumente vornemlich deshalb beschrieben werden, weil sie bey der größten Sparsamkeit in Ansehung der Kosten, doch die größte bis itzt gekannte Vollkommenheit haben. — Ueberhaupt soll diese Abtheilung der Bibliothek den Astronomen das werden, was die Studiosi (ein Werk des ältern Plinius, nach der Versicherung seines Neffen,) für den Redner gewesen seyen, es soll ihn nemlich *ab incunabulis instituere et perficere.* Daß erstre aber dabey die Kenntniß der einfachsten Wahrheiten der Arithmetik, Geometrie und Trigonometrie

(wozu vornemlich die XV. und XVI. Abtheilung dieser Bibliothek Anleitung geben) mitbringen, wird billig vorausgesetzt.

Verbesserungen, Zusätze, wichtige kurze Original-Aufsätze und interessante Correspondenz-Nachrichten werden mit größtem Danke angenommen vom Herausgeber

Andre,
Vorsteher einer Erziehungsfamilie.

Eisenach, im August 1796.

Ein-

Einleitung.

Unter den astronomischen Wissenschaften begreift man theils

A. die Astronomie im engern Sinne, d. h. die Lehre von den Weltkörpern, ihren Erscheinungen, und den Gesetzen, nach welchen diese erfolgen; theils diejenigen mathematischen Wissenschaften, die ihre Gründe aus der Astronomie entlehnen. Dergleichen sind

B. die mathematische Geographie, welche die Figur und Größe der Erde bestimmen und ihre Oberfläche abtheilen lehrt.

C. die Chronologie, welche die Zeit nach den Umläufen der Gestirne richtig abtheilen lehrt.

D. die Gnomonik, welche zeigt, wie auf allerley Flächen Zeichnungen entworfen werden können, in welchen der Fortgang des Schattens eines aufgerichteten Zeigers die Tagsstunden angiebt.

E. die Steuermannskunst, welche die Richtung und Geschwindigkeit des Schiffs nebst seiner jedesmaligen geographischen Lage aus astronomischen Beobachtungen zu bestimmen lehrt.

A. Astronomie.

I. Erscheinung des Weltgebäudes; Eintheilung der Himmelskugel; Bestimmung der Lage im Weltraume.

II. Die Erde als Schauplatz des Weltgebäudes. Ihre Gestalt; Bestimmung der Lage auf ihrer Oberfläche.

III. Von astronomischen Beobachtungen. Ort und Werzeuge zum Beobachten. Beobachtungs-Methoden und Verbesserungen der Beobachtungen.

IV. Von astronomischen Berechnungen.

V. Von den Himmelskörpern,

a) einzeln betrachtet.

1. Fixsterne,
2. Planeten,
3. Nebenplaneten,
4. Cometen.

b) in Verbindung miteinander.

1. Sonnensystem,
2. Fixsternsysteme,
3. Weltgebäude.

A. Astro-

A. Astronomie.

I. Erscheinung des Weltgebäudes; Eintheilung der Himmelskugel; Bestimmung der Lage im Weltraume.

§. 1. Das erste, was bey dem Anblicke des Weltgebäudes unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehen muß, ist dessen scheinbare Gestalt. Wo wir uns nemlich auf der Oberfläche der Erde befinden mögen, stellt uns die erste Aussicht das Weltgebäude als eine hohle Kugel dar, an deren innerer Oberfläche die Gestirne angeheftet sind, deren Mittelpunct in einer beträchtlichen Tiefe unter unserem Auge liegt, und von welcher wir daher, wegen der Undurchsichtigkeit der Erde, nicht ganz die Hälfte übersehen. Wenn sich bey uns in dem Anblick der scheinbaren Himmelswölbung keine Urtheile über den Abstand der Stellen an derselben einmischten, so würden wir uns im Mittelpuncte derselben zu seyn einbilden, oder der für uns sichtbare Theil derselben würde sich uns als eine vollkommene Halbkugel darstellen, weil uns der bloße Anblick des Himmels über den Unterschied des Abstands der an demselben glänzenden Puncte nicht belehren kann, daher wir sie alle in gleicher Entfernung von uns setzen, und uns vorstellen müßten, sie liegen in

lauter Kreislinien. Denn alle entfernte Gegenstände fangen, wie man durch Versuche gefunden hat, dem Auge auch eines scharfsehenden Menschen zu verschwinden an, sobald ihre Entfernung mehr beträgt, als die Höhe des Auges über der Erde 5000mal genommen, d. i. etwa 5 englische Meilen, wenn die Höhe des Auges über der Erde zwischen 5 und 6 Fuß gesetzt wird. Da wir nun in Ansehung aller Himmelskörper uns in diesem Falle befinden, und keine Veränderung unsers Beobachtungsorts jemals groß genug seyn kann, um eine merkliche Veränderung in ihren Entfernungen von uns zu bewirken, so daß wir auch einem der größten Sterne in den Endpuncten eines durch die zwey äußersten Oerter der Erdoberfläche, in welchen derselbe zugleich gesehen werden kann, gehenden Bogens doch eben so nahe sind, als in dem Puncte, wo dieser Bogen vom Erddurchmesser halbirt wird; so müssen wir annehmen, daß die Größe der ganzen Erde gegen die Größe des Himmelsraums völlig verschwinde, folglich die Erde als ein Punct anzusehen sey, von welchem alle Puncte der Himmelswölbung gleichweit abstehen, und mithin die letztere eine vollkommene Kugelgestalt habe. Da wir uns aber überhaupt von Jugend an gewöhnen, unser Sehen allezeit mit Urtheilen über Entfernung, Größe und Gestalt der sichtbaren Gegenstände zu begleiten, ohne uns ihrer mit Deutlichkeit bewußt zu seyn, so verweben sich diese bald so innig mit dem Sehen selbst, daß wir die reine Gesichtsempfindung nicht leicht mehr von dem über sie gefällten Urtheile unterscheiden, und das zu sehen glauben, was wir in der That doch nur aus dem Gesehenen schließen. So sind wir nun einmal gewohnt, neben mehreren andern, auch das mit als ein Hülfsmittel zu Schätzung der Entfernungen zu

gebrauchen, daß wir einen entlegenen Gegenstand nicht allein, sondern auch alle zwischen ihm und uns liegende zugleich mit betrachten. Je mehr daher in dem Zwischenraume von unserem Auge bis an den Gegenstand kleine Theile sich von einander unterscheiden lassen, desto größer wird er uns vorkommen. Dies veranlaßt nun auch bey dem Anblicke des Himmels den uns so gewöhnlichen Gesichtsbetrug, nach welchem wir nicht nur Entfernungen auf ebenen Flächen für größer, als solche auf unebenen, wo die Hügel einen Theil der zwischenliegenden Gegenstände verdecken, sondern auch alle vor uns auf einer Ebene hin liegende Dinge für entfernter halten, als die in gleichem Abstande über uns gesehenen Gegenstände. Darum kommt es uns vor, als ob das scheinbare Gewölbe des Himmels gerade vor uns hin weit entfernter und gerade aufwärts weit näher läge, weil wir gewohnt sind, in der ersten Richtung zwischen uns und dem Himmel sehr viele, in der letzteren aber gar keine Gegenstände zu sehen.

Nach der dunkeln Vorstellung hievon, an die wir von Jugend auf gewöhnt sind, erscheint uns der Himmel als ein Gewölbe von ganz eigener Art, das die Krümmung einer Muschellinie hat, deren tiefster Punct, wie man durch Beobachtungen gefunden hat, drey bis viermal weiter vom Auge absteher, als der höchste.

In Beziehung auf diese scheinbare Gestalt des Weltgebäudes nennt man auch alle Erscheinungen, die man an den Weltkörpern wahrnimmt, z. B. ihre Figur, Größe, Bewegung, ihren Durchmesser rc. scheinbar.

§. 2. Um zu einer geordneten und zusammenhangenden Kenntniß der Himmelskörper zu gelangen, ist demnach das erste, daß wir suchen müssen,

sen, ihre Lage an der Himmelskugel genau zu bestimmen.

Da wir nun (nach §. 1.) annehmen müssen, daß wir uns allenthalben auf der Oberfläche der Erde im Mittelpuncte der scheinbaren Himmelskugel befinden, so können wir uns zur Bestimmung der scheinbaren Lage der Weltkörper an derselbigen keiner andern Methode bedienen, als der, nach welcher überhaupt auf der Oberfläche einer Kugel die Lage verschiedener Puncte bestimmt werden kann; d. h. wir müssen durch unsern jedesmaligen Beobachtungsort, und die Weltkörper, größte Kreise auf einen angenommenen größten Kreis der Himmelskugel lothrecht legen.

Nur muß der letztere, wofern er zu dieser Absicht brauchbar seyn soll, sowohl selbst, als auch sein Anfangspunct, genau bestimmt und zu jeder Zeit leicht wieder gefunden werden können. Beide müssen daher beständige Merkmale haben, und wo möglich so beschaffen seyn, daß sie für alle Oerter der Erde auf ähnliche Art bestimmt werden können.

§. 3. Da nun der Kreis, der die Ebene begränzt, welche die uns sichtbare Halbkugel des Himmels von der unsichtbaren abschneidet, und daher Gesichtskreis oder Horizont (nach dem Griechischen: bestimmender, begränzender Kreis) genannt wird, diesen Forderungen größtentheils Genüge thut, so siehet man leicht, daß man sich desselben zur Bestimmung der Lage im Weltraume mit Vortheil werde bedienen können. Sobald die Himmelskörper sich über die Ebene dieses Kreises erheben, so werden sie uns sichtbar, oder sie gehen auf, und wenn sie wieder unter dieselbe hinabsinken, so gehen sie unter, oder sie werden uns unsichtbar. Da der Horizont ein größter Kreis der Himmelskugel ist, so muß er nothwendig von zwey Puncten der-

derselben überall gleichweit, nemlich um den vierten Theil der Kugel, oder 90 Grade, entfernt seyn; und da wir selbst im Mittelpuncte der Ebene des Horizonts stehen, so können diese beiden Puncte keine andere seyn, als der, welcher gerade über unserm Kopfe liegt, und daher Scheitelpunct (arabisch Zenith), und der diesem gerade gegenüber an der unsichtbaren Halbkugel des Himmels unter unsern Füßen liegende, der daher Fußpunct (arabisch Nadir) genannt wird. Diese beiden Puncte sind also die Pole des Horizonts, und unter der geraden Linie, welche sie mit einander verbindet, stellt man sich seine Axe vor. Da ferner die Erfahrung lehret, daß an allen Orten der Erdfläche die Richtung der Schwere oder des Bleyloths mit der Ebene des Horizonts rechte Winkel macht, so muß diese mit der Axe des Horizonts zusammenfallen und verlängert durch dessen Pole gehen. Legen wir nun durch diese Pole des Horizonts und durch einen Weltkörper einen größten Kreis auf den Horizont lothrecht, so ist durch den Bogen dieses größten Kreises von dem Weltkörper an bis an den Horizont (nach §. 2.) die Lage dieses Weltkörpers zum Theil bestimmt. Jener Bogen giebt nemlich die Höhe des Weltkörpers, und dessen Ergänzung zu einem Quadranten den Abstand desselben vom Scheitelpuncte an. Daher wird der ganze Kreis, von welchem jener Bogen ein Stück ist, ein Scheitelkreis oder Verticalkreis genannt. Zur gänzlichen Bestimmung der Lage eines Weltkörpers gegen den Horizont fehlt uns nun (nach §. 2.) nichts mehr, als ein fester Punct, von welchem wir die Grade des Horizonts zu zählen anfangen können. Ehe wir aber diesen finden können, müssen wir erst das Weltgebäude noch etwas genauer kennen lernen.

§. 4.

§. 4. Wenn wir den gestirnten Himmel eine Zeitlang mit Aufmerksamkeit ansehen, so müssen wir bald bemerken, daß Sterne, die anfangs über unserm Scheitel stunden, nun in einiger Entfernung von demselben gegen die rechte Hand zu stehen, und an ihre Stelle andere geruckt sind, welche zuvor gegen die linke Hand zu von dem Scheitelpuncte entfernt waren, wenn wir nemlich das Gesicht dahin richten, wo wir die Sonne um Mittag sehen. Sterne, die wir anfangs an der untersten Gegend des Himmels rechter Hand sahen, werden wir nun verschwunden, und andere, die näher beym Scheitelpuncte stunden, in ihre Stelle hinabgesunken finden. Dagegen werden nun solche, welche zuvor an der untersten Gegend des Himmels linker Hand stunden, gegen den Scheitel heraufgestiegen seyn, und an deren Stelle werden uns nun andere, zuvor unsichtbare, erscheinen. Dabey werden wir aber nicht gewahr werden, daß die Sterne ihre Lage unter sich veränderten. Am folgenden Tage werden wir um die nämliche Zeit auch die nämlichen Sterne wieder an eben den Stellen finden. Auch an der Sonne und dem Monde werden wir diese Veränderungen bemerken. Alle Himmelskörper also, müssen wir hieraus schließen, verändern ihre Lage gegen einen festen Punct auf der Oberfläche der Erde beständig, wiewohl unmerklich. Da uns aber doch der Himmel bey jeder Lage der Weltkörper als eine Halbkugel erscheint, so ist die Durchschnitts-Ebene überall die Fläche eines größten Kreises. Demnach scheint die hohle Himmelskugel den Erdbewohnern sich um die in ihrem Mittelpuncte unbeweglich liegende Erde zu drehen; und weil diese Umdrehung allen Weltkörpern gemein ist, und sie gerade einen Tag dazu brauchen, so wird sie die gemeinschaftliche oder tägliche Bewegung der-

derselben genannt. Aus der Natur dieser Bewegung folgt es nun nothwendig, daß an der Oberfläche der Weltkugel zwey Puncte ganz in Ruhe zu seyn, alle übrigen aber Kreise zu beschreiben scheinen müssen, die einander parallel sind, und desto größer werden, je weiter sie sich von jenen festen Puncten entfernen. Den größten dieser Kreise, der von jenen Puncten überall 90 Grade entfernt seyn muß, nennt man den Aequator oder Gleicher, weil die Sonne, so oft sie in ihm steht, auf der ganzen Erde Tag und Nacht gleich lang macht, die übrigen aber werden Parallelen des Aequators, oder schlechthin Parallelen genannt. Jene beiden Puncte, die bey dieser Bewegung in Ruhe bleiben, sind demnach die Pole des Aequators und werden auch so genannt. Man nennt sie sonst auch **Weltpole**, eben weil um sie die scheinbare Umdrehung der ganzen Weltkugel geschiehet; und zwar heißt derjenige der **Nordpol**, der über unserem Horizonte in der Nähe des Gestirns liegt, das den Namen des kleinen Bären führt, und sein entgegengesetzter der Südpol. Derjenige Durchmesser der Himmelskugel, welcher durch die Pole des Aequators geht, und um welchen sich dieselbige dreht, stellt die Axe des Aequators vor, und wird sonst auch die **Weltaxe** genannt. Von den Parallelen des Aequators hat man, wie sich im Folgenden zeigen wird, Gründe gehabt, zwey Paare mit besonderen Namen zu bezeichnen. Das eine Paar sind die **Wendekreise**, deren einer nordwärts, der andere südwärts $23\frac{1}{2}$ Grad vom Aequator entfernt ist, und wovon jener der **Wendekreis des Krebses**, dieser der **Wendekreis des Steinbocks** genannt wird. Den Grund dieser Benennung werden wir unten in den Beobachtungen von der Bewegung der Sonne finden. Das andere Paar sind

die

die Polarkreise, wovon einer, der nördliche, $23\frac{1}{2}$ Grad von dem Nordpole, der andere, der südliche, eben so weit von dem Südpole absteht. An dem Aequator haben wir also wiederum einen Kreis gefunden, der dazu geschickt ist, um die Lage der Weltkörper im Himmelsraume in Beziehung auf ihn zu bestimmen. Wir verfahren dabey wieder, wie vorhin bey dem Horizonte (§. 3.). Wir legen nemlich durch die Pole des Aequators und die Weltkörper, deren Lage wir bestimmen wollen, größte Kreise auf den Aequator lothrecht, so giebt uns der Bogen eines solchen Kreises, von einem Weltkörper an bis zum Aequator, die **Abweichung** dieses Weltkörpers an, welche entweder nördlich oder südlich ist, je nachdem der Weltkörper entweder mit dem Nordpole, oder mit dem Südpole des Aequators in einerley Hälfte der Himmelskugel liegt. Der ganze Kreis, von welchem jener Bogen ein Stück ist, wird daher ein **Abweichungskreis** genannt.

Zur vollständigen Bestimmung der Lage eines Weltkörpers in Beziehung auf den Aequator fehlt es uns nur noch an einem Anfangspuncte dieses Kreises; allein, da wir auch noch keinen Anfangspunct für den Horizont haben, so wollen wir zuerst diesen suchen.

§. 5. Aus der (im 4. §.) angeführten Erfahrung folgt unmittelbar, daß alle Sterne bey ihrer täglichen Bewegung unserem Scheitelpuncte einmal am nächsten kommen, und sich einmal am weitesten von ihm entfernen müssen. Gedenken wir uns nun durch die Punkte des Aequators und seiner Parallelen, in welchen dieses geschiehet, einen größten Kreis lothrecht auf dieselbe gelegt, so wird er sie alle in zwey gleiche Theile theilen, und zugleich durch den Pol des Horizonts und des Aequators,

oder

oder durch den Scheitelpunct und den Weltpol gehen. Auch die Tag- und Nachtkreise, d. h. die über und unter dem Horizonte liegenden Theile der Parallelen des Aequators, werden von ihm halbirt. Er bestimmt also nicht nur die größte und kleinste Höhe eines Weltkörpers, sondern auch seinen halben Weg sowohl über als unter dem Horizonte: daher hat er auch den Namen **Mittagskreis** (**Meridian**) erhalten; und auf diese Eigenschaft desselben beziehen sich die Bestimmungen: **im Mittagskreise stehen** und **culminiren**; durch die erste wird sowohl der niedrigste als der höchste Stand eines Weltkörpers, oder beides, sein unterer und oberer Durchgang durch den Mittagskreis, durch die letztere aber nur dieser angedeutet. Der Mittagskreis theilt demnach die ganze sichtbare Hälfte der Weltkugel in zwey gleiche Theile; in dem einen Theile gehen die Sterne auf, und dieser heißt die **Morgenseite**, in dem andern gehen sie unter, und dieser wird die **Abendseite** genannt. Der eine Durchschnittspunct des Horizonts mit dem Mittagskreise, welcher am nächsten an dem über dem Horizonte erhabenen Pole liegt, heißt **Mitternacht**, der entgegengesetzte **Mittag**. Von diesen beiden Puncten können wir nun die Grade des Horizonts zu zählen anfangen; denn für denselben Scheitelpunct ist ihre und des Mittagskreises Lage unveränderlich, und sie können an jedem Orte auf eine ähnliche Art bestimmt werden. Man zählt daher von diesen beiden Puncten an die Grade des Horizonts sowohl an der Morgen- als Abendseite, und dadurch wird der ganze Horizont in vier Quadranten abgetheilt. Der Bogen des Horizonts von Mittag oder Mitternacht an, bis dahin, wo der durch einen Weltkörper gehende Scheitelkreis den Horizont trifft, heißt das **Azimuth** dieses Weltkörpers. Der 90ste Grad des

des Horizonts, von Mittag oder Mitternacht an gerechnet, bestimmt die Puncte, wo der Aequator den Horizont schneidet. Der Durchschnittspunct an der Morgenseite heißt **Morgen** oder **Aufgang**, der andere an der Abendseite heißt **Abend** oder **Untergang**. In diesen Puncten können aber nur diejenigen Weltkörper auf- und untergehen, welche sich im Aequator selbst bewegen. Alle übrige hingegen müssen in solchen Puncten auf- und untergehen, welche von diesen entfernt sind. Der Bogen des Horizonts nun vom Morgen oder Abend an, bis dahin, wo ein Weltkörper auf- oder untergeht, wird dessen **Morgenweite** oder **Abendweite** genannt.

§. 6. Um einen geschickten Anfangspunct zur Zählung der Grade des Aequators zu finden, müssen wir nun noch einen Blick in das Weltgebäude thun.

Wenn wir etliche Tage nach einander kurz nach dem Untergange der Sonne den gestirnten Himmel betrachten, so werden wir bald bemerken, daß die Sterne, welche anfangs am Horizonte im Morgen stunden, in den folgenden Tagen beym Untergange der Sonne schon höher über dem Horizonte stehen und sich der Sonne genähert haben. Diese ihre Entfernung von der Sonne nimmt immer mehr und mehr ab, bis sie ihr endlich so nahe kommen, daß sie mit ihr zugleich am Horizonte im Abend stehen und zugleich mit ihr untergehen. Alsdann sehen wir diese Sterne eine Zeitlang überall nicht mehr. Aber nach einiger Zeit gehen sie frühe vor der Sonne auf, und erscheinen an der Morgenseite des Horizonts. Ihre Entfernung von der Sonne nimmt nun immer mehr und mehr zu, bis sie endlich an der Abendseite des Horizonts stehen, und untergehen, wenn die Sonne aufgeht. Nach die-

diesem nimmt ihre Entfernung von der Sonne wiederum ab; und bald sieht man sie an der Morgenseite des Horizonts, wenn die Sonne untergeht, und nun gehen alle diese Erscheinungen wieder von vorne an. Aus dieser Erscheinung, daß die Sonne den ihr gegen Morgen liegenden Sternen sich nähert, und von den ihr gegen Abend liegenden sich entfernt, muß man schließen, daß sie außer der gemeinschaftlichen Bewegung von Morgen gegen Abend noch eine eigene Bewegung von Abend gegen Morgen habe. Eine aufmerksame Beobachtung der Linie, in welcher sie sich bewegt, lehrt uns bald, daß sie unserm Scheitelpuncte nicht alle Tage gleich nahe komme; und daß daher ihre eigene Bewegung weder im Aequator, noch in einem seiner Parallelen geschehe. Ferner lehrt die Beobachtung des Orts ihres Aufgangs, daß, wenn sie im Frühlinge im wahren Morgen und Abend auf- und untergeht, dieses bald darauf mit einer nördlichen Morgen- und Abendweite geschehe, welche anfangs anwächst, dann wieder abnimmt, bis sie im Herbste wiederum im wahren Morgen und Abend auf- und untergeht. Alsdann erhält sie eine südliche Morgen- und Abendweite, welche, so wie die nördliche, anwächset und abnimmt. Man sieht nun leicht, daß die Sonne dann, wann sie im wahren Morgen und Abend auf- und untergeht, im Aequator stehe, und daß daher die Linie, in welcher sie sich bewegt, den Aequator schneide. Bemerkt man nun die Gestirne, welche zu der Zeit am Horizonte im wahren Abend stehen, wann die Sonne im Frühlinge und Herbste im wahren Morgen aufgeht, so findet man, daß sie gerade um einen halben Kreis von einander abstehen, und daraus muß man schließen, daß die Puncte des Aequators, in welchen er von der Bahn der Sonne geschnitten wird, auf 180

Grade von einander entfernt seyen. Schneidet aber die Bahn der Sonne an der Oberfläche der Weltkugel einen größten Kreis derselben in zwey gleiche Theile, so muß sie selbst auch ein größter Kreis seyn. Man nennt diesen Kreis, weil die Finsternisse (eclipses) nur auf ihm und in seiner Nähe vorfallen, die Ecliptik. Die Durchschnittspuncte dieses Kreises mit dem Aequator werden Aequinoctialpuncte genannt, weil alsdann Tag und Nacht gleich ist, wenn sich die Sonne in denselben befindet; und zwar heißt derjenige der Frühlingspunct, wo sie im Frühlinge (den 21sten März) steht, (welcher sonst auch der erste Punct des Widders genannt wird, weil ehemals ein Stern im Kopfe des Widders an dieser Stelle stund,) derjenige hingegen, wo sie im Herbste (den 23sten September) steht, wird der Herbstpunct (und sonst auch aus einem ähnlichen Grunde der erste Punct der Waage) genannt. Da die Lage dieser Durchschnittspuncte sich so langsam ändert, daß die ersten Beobachter sie für ganz unveränderlich halten mußten, so giebt es keinen bequemeren Punct, von dem man die Grade des Aequators und der Ecliptik zu zählen anfangen könnte.

Man gebraucht daher auch bey beiden den Frühlingspunct als den Anfangspunct, und zählt ihre Grade von Abend gegen Morgen in einem fort. Ein Bogen des Aequators von dem Frühlingspuncte an, bis dahin, wo der durch einen Weltkörper gehende Abweichungskreis den Aequator trifft, wird die gerade Aufsteigung desselben genannt.

§. 7. Die Ecliptik ist nun zugleich der dritte Kreis, auf welchen wir die Bestimmung der Lage der Weltkörper im Himmelsraume mit Vortheil beziehen können. Diese Beziehung geschiehet eben so, wie bey dem Aequator und Horizonte, indem

man

man nemlich durch die Pole der Ecliptik und die Weltkörper, deren Lage bestimmt werden soll, größte Kreise auf die Ecliptik lothrecht legt. Der Bogen eines solchen Kreises von einem Weltkörper an, bis auf die Ecliptik, mißt alsdann den Abstand dieses Weltkörpers von der Ecliptik, welcher die Breite genannt wird, und wovon der ganze Kreis, in welchem dieser Bogen liegt, ein Breitenkreis heißt. Ein Bogen der Ecliptik aber, von dem Frühlingspuncte an, bis dahin, wo der durch einen Weltkörper gehende Breitenkreis die Ecliptik trifft, wird die Länge desselben genannt.

Außerdem wird die Ecliptik auch noch in zwölf gleiche Theile, die man himmlische Zeichen nennt, eingetheilt, von denen also jedes 30 Grade einnimmt, und nach welchen auch die Länge der Weltkörper gezählt wird. Eben diese Eintheilung hat man auch einer Zone der Himmelskugel von 20 Graden Breite gegeben, die von zwey Kreisen eingeschlossen wird, deren einer der Ecliptik nordwärts, der andere südwärts, in einer Entfernung von 10 Graden, parallel liegt. Und weil die vorerwähnten Zeichen größtentheils nach thierischen Figuren benannt sind, so hat diese Zone den Namen des Thierkreises erhalten. Was für Gründe man gehabt habe, diese Zone besonders auszuzeichnen, kann erst im Folgenden gezeigt werden. Die Namen und Zeichen der erwähnten zwölf Theile der Ecliptik und des Thierkreises sind folgende:

♈	♉	♊	♋	♌	♍
Widder,	Stier,	Zwillinge,	Krebs,	Löwe,	Jungfrau,

♎	♏	♐	♑	♒	♓
Waage,	Scorpion,	Schütze,	Steinbock,	Wassermann,	Fische;

wovon die sechs ersten die nördlichen, die sechs letzteren die südlichen, nach der Hälfte der Himmelskugel, worin sie liegen, genannt werden.

§. 8. Nach dem bisherigen kann also die Lage eines Weltkörpers an der Oberfläche der Weltkugel auf dreyerley Art bestimmt werden:

1) in Beziehung auf den Horizont durch Höhe und Azimuth;
2) in Beziehung auf den Aequator durch Abweichung und gerade Aufsteigung;
3) in Beziehung auf die Ecliptik durch Breite und Länge.

Dies erläutert die erste Figur. In derselben ist HZ der Horizont, P, p dessen Pole, Pv ein Quadrant eines Scheitelkreises; PHpZP der Meridian, H Mittag und Z Mitternacht; demnach ist mv die Höhe, und Hv das Azimuth des Sterns m. Ferner ist AZ der Aequator, P′, p′ dessen Pole, P′t ein Quadrant eines Abweichungskreises, und in a der Frühlingspunct, mithin nt die Abweichung, und aAt die gerade Aufsteigung des Sterns n. Endlich ist EL die Ecliptik, P″, p″ deren Pole, P″s ein Quadrant eines Breitenkreises, folglich os die Breite des Sterns o, und oEs dessen Länge.

Alle diese Bogen werden nun mit den gewöhnlichen Instrumenten gemessen. Denn da wir (nach §. 1.) an allen Orten auf der Oberfläche der Erde annehmen können, wir stehen im Mittelpuncte der Himmelskugel, so können wir auch überall aus dem gemeinschaftlichen Mittelpuncte der Ebenen aller größten Kreise derselben messen, was für eine Lage diese immer haben mögen. Und wenn man nur einmal die Lage eines Weltkörpers gegen einen der vorhin beschriebenen größten Kreise durch unmittel-

bare

bare Messung bestimmt hat, so kann man daraus seine Lage gegen die übrigen leicht durch Rechnung finden.

§. 9. Dies sind nun im Allgemeinen die Hülfsmittel und Methoden, zur Kenntniß der Lage der Weltkörper im Himmelsraume zu gelangen, auf welchen die ganze Astronomie, und daher, wie wir in der Folge sehen werden, auch die ganze Geographie beruhet. Aus dem bisherigen Vortrage derselben, welcher so eingerichtet ist, daß dadurch jeder Anfänger in den Stand gesetzt wird, sie alle für sich selbst zu erfinden, muß es zugleich erhellen, daß man bey der Wahl, Bestimmung und Bezeichnung derselben so gar nicht willkührlich zu Werke gegangen sey, daß man vielmehr dabey durchgängig blos der Anleitung der Natur gefolgt habe.

II. Die Erde als Schauplatz des Weltgebäudes. Ihre Gestalt; Bestimmung der Lage auf ihrer Oberfläche.

§. 10. Um nun von den im vorigen Abschnitte im Allgemeinen angegebenen Methoden, die Lage der Weltkörper im Himmelsraume zu bestimmen, wirkliche Anwendungen machen zu können, müssen wir zu allererst von der Beschaffenheit unseres eigenen Wohnplatzes eine richtige Vorstellung zu erhalten suchen. Denn diese muß uns bey der Auswahl der Methoden, und dem Gebrauche der Werkzeuge, deren wir uns zu jenem Zwecke bedienen müssen, beständig leiten. Auch ist dies eben keine so schwere Sache; denn wir dürfen zu dem Ende keine schwere und weitläufige astronomische Beobachtungen und Berechnungen vornehmen, sondern die Erde selbst giebt uns schon eine Menge

Erfahrungen an die Hand, deren jede uns bey einer nur mäßigen Aufmerksamkeit darüber belehren kann.

1) Es ist eine sehr gemeine Erfahrung, daß uns auf Reisen die Spitzen der Thürme, Berge, und anderer hoher Gegenstände, wenn wir uns ihnen nähern, immer früher sichtbar werden, und wenn wir uns von ihnen entfernen, sich unsern Augen später entziehen, als alle niedrigere Theile derselben.

Diese Erfahrung werden wir selbst in dem Falle machen, wenn wir uns solchen hervorragenden Gegenständen auf einer großen scheinbaren Ebene nähern, von welcher Seite dieses auch geschehen mag, und dabey werden wir immer in gleichen Entfernungen von diesen Gegenständen auf allen Seiten gleiche Höhen derselben sehen. Diese Erscheinung wäre nun auf einer ebenen Fläche ganz unmöglich. Denn auf einer solchen müßten entlegene Gegenstände sich dem Auge nothwendig auf einmal in ihrer ganzen Höhe darstellen.

2) Ganz ähnliche Erfahrungen machen die Seefahrer. Wenn diese in die See gehen, so bemerken sie, daß niedrige Felder ihnen zuerst unsichtbar werden, daß hingegen alle Höhen, Thürme, Berge u. d. g. länger über die Oberfläche des Wassers hervorragen. Bey weiterer Entfernung von den Küsten finden sie, daß die höchsten Spitzen sich immer näher gegen die Oberfläche des Meeres hinsenken, und geringere Höhen nach und nach verschwinden, und zuletzt sehen sie auch die höchsten Spitzen sich gleichsam ins Meer hinabziehen. Die umgekehrten Erscheinungen haben sie, wenn sie gegen das Land anfahren.

Rührte nun diese Verschiedenheit von einer andern Ursache, als von einer Krümmung der Erd-

Oberfläche her, so würden diese Erfahrungen nicht beym Absegeln vom Ufer und wieder bey der Annäherung gegen dasselbe, und nicht bey allen Ufern aller Gewässer und in allen Weltgegenden dieselbigen seyn. Da aber die Seefahrer überall nichts als Himmel und Wasser sehen, und daher ihre Aussicht niemals durch andere Gegenstände eingeschränkt wird, so folgt nothwendig aus den angeführten Erscheinungen, daß auch die Oberfläche des Wassers eine Rundung haben müsse. Und da das Wasser auf der Erde nach allen Weltgegenden hin vertheilt ist, und die angeführten Beobachtungen der Seefahrer überall die nemlichen sind, so folgt, daß die Erde, samt allen Gewässern, die sie enthält, eine runde Gestalt haben müsse.

3) Eben so deutliche Beweise von der runden Gestalt der Erde finden sich in den verschiedenen Stellungen der Himmelskörper gegen den Horizont, wenn sie von verschiedenen Orten der Erde aus betrachtet werden. Wenn jemand gegen Norden zu reiset, so steigen ihm die dorthin stehenden Sterne immer weiter über den Horizont herauf, indeß die nach Süden stehenden immer tiefer hinabsinken, auch bleiben ihm am nördlichen Horizonte immer mehrere Sterne sichtbar, die sich vorhin unter diesem Horizont verbargen; am südlichen hingegen verlihrt er immer mehrere gänzlich aus den Augen. Dies sind Erscheinungen, welche auf einer ebenen Fläche gar nicht stattfinden könnten. Denn fürs erste müßte ein Stern, der sich einmal über ihr befindet, immer von allen Puncten aus über derselben sichtbar bleiben. Auf einer gekrümmten Fläche hingegen, wie ZR (F. 2.), ist es leicht begreiflich, wie der Stern S, der dem in Z befindlichen Auge sichtbar, dem nach R übergegangenen Auge, dessen Aussicht durch die Fläche HR begränzt wird, ver-

schwinden, und sich unter dem Horizont HR verbergen kann. Ferner, wenn jemand auf einer ebenen Fläche bis unter die anfangs von seinem Scheitel entfernten Sterne gerade fortgehen wollte, so müßte er einen bey weitem größeren Weg zurücklegen, als, der Erfahrung nach, derjenige ist, nach dessen Zurücklegung er schon neue Sterne über seinem Scheitel sieht. Es sey (F. 3.) AC die angenommene ebene Fläche der Erde, ABG aber ihre gekrümmte Oberfläche, in A erscheine der Stern S einem Beobachter über seinem Scheitel, und in T stehe ein anderer Stern einige Grade von dem erstern entfernt, so müßte der Beobachter auf einer ebenen Erdfläche, um den Stern T über seinen Scheitel zu bekommen, von A bis nach C eben so weit gehen, als beide Sterne von einander abstehen, welche Weite wenigstens einige Millionen Meilen betragen könnte. Dies streitet nun wider alle Erfahrung. Hingegen auf einer gekrümmten Erdfläche braucht er in dieser Absicht nur von A bis B zu gehen, welcher Weg, wenn der Bogen ST 6 Grade groß wäre, nur den 60sten Theil vom Umfange der ganzen Erde in einem angenommenen Meilenmaaße betragen würde, welches genau mit der Erfahrung übereinstimmt. Die Erfahrung lehrt aber ferner, daß dieses Herabsteigen der südlichen Gestirne gegen den südlichen Horizont, und die Erhebung der nördlichen auf der andern Seite ziemlich gleichviel beträgt, wenn man um gleich viel weiter gegen Norden geht. Dies zeigt also eine ziemlich gleichförmige, d. i. kreisähnliche Krümmung der Erdfläche von Norden gegen Süden, oder der Breite nach. Und da man in allen Gegenden der Erde, in welchen man von Süden gegen Norden reisen kann, in America wie in Europa, und auf dem Weltmeere so gut wie auf dem

festen

festen Lande, dieselbe Erscheinung auf dieselbe Art bemerkt, so folgt, daß in der erwähnten Richtung rings um die Erde gleichgroße Kreise sich ziehen lassen, oder daß sie der Breite nach kugelförmig sey. Daß aber die Erdfläche auch nach der Richtung von Westen gegen Osten, welche auf der vorigen lothrecht ist, oder der Länge nach, rund sey, erhellet daraus, weil alle Himmelskörper bey ihrem täglichen scheinbaren Umlaufe um die Erde den ostwärts liegenden Ländern früher auf- und untergehen, als den westwärts gelegenen. Dies bemerkt man sehr deutlich bey solchen Himmelsbegebenheiten, welche allen Bewohnern der Erde zugleich in einerley Augenblicke erscheinen müssen, dergleichen die Verfinsterungen des Monds und der Jupiterstrabanten sind. So wird z. B. bey dem Anfange einer Mondsfinsterniß Rußland eine spätere Tagsstunde als Deutschland, und Deutschland eine spätere als England, u. s. w. zählen, zum Beweis, daß der Mittag, als der Anfang der Tagsstunden, in Rußland früher als in Deutschland u. s. w. eingetreten sey, mithin die Sonne bey ihrem täglichen Umlaufe Rußland früher, als Deutschland und England beschienen habe. Und da dies rings um die ganze Erde auf eine völlig gleichförmige Art erfolgt, so muß man schließen, daß auch von Westen nach Osten sich gleichgroße Kreise um die Erde legen lassen, daß folglich ihre Oberfläche auch der Länge nach, und mithin nach allen Richtungen, rund sey.

4) Den handgreiflichsten Beweis von der Kugelgestalt der Erde, der auch dem Verstande selbst des gemeinsten und zum Nachdenken am wenigsten aufgelegten Menschen nothwendig einleuchtend seyn muß, geben die wiederholten Umschiffungen der Erde ab. Sie ist nemlich bereits über 25mal von

Seefahrern verschiedener Nationen so umsegelt worden, daß dieselbigen durch eine nach einerley Weltgegend fortgesetzte Reise, ohne umzukehren, an den Ort ihrer Abreise wieder zurückgekommen sind. Der erste Weltumsegler, Ferdinand Magellan, ein Portugiese, lief mit seiner Flotte den 10ten August 1519 von Sevilla aus, entdeckte an der südlichen Spitze von America die lange Meerenge, welche das feste Land von dem sogenannten Feuerlande scheidet, und noch von ihm den Namen der Magellanischen Straße führt, ging durch dieselbe in die Südsee und nach Asien über, und nachdem er auf der philippinischen Insel Sebu das Leben verlohren hatte, kam eins seiner Schiffe durch einen beständig westwärts gerichteten Lauf am 7ten September 1522 wieder nach Spanien zurück. Unter den folgenden Umschiffungen sind die merkwürdigsten die des Franz Drake, eines Engländers, von 1577 bis 1580, des William Dampier von 1689 bis 1691, des Lord Georg Anson von 1740 bis 1744, des Commodore Byron von 1764 bis 1766; der Capitains Wallis und Carteret in den Jahren 1766 bis 1769, und des unvergeßlichen Cook mit den Herren Banks und Solander von 1768 bis 1771. Alle diese Reisen sind ganz in der Richtung von Morgen gegen Abend gemacht worden, und zeigen aus dem beständig ähnlichen Anblicke der Erde und des Himmels in so mancherley besuchten Gegenden unwidersprechlich, daß die Erde nirgends von einem andern Körper unterstützt, sondern eine im Weltraume freyschwebende Kugel sey.

5) Für einen geübteren Verstand geben die Mondsfinsternisse den überzeugendsten Beweis von der Kugelgestalt der Erde. Da es bey einiger Aufmerksamkeit auf den Himmel bald in die Augen fällt, daß das, was zu gewissen Zeiten den Vollmond

mond verdunkelt, nichts anders seyn könne, als der Schatten, den die Erde, wenn sie zwischen ihn und die Sonne zu stehen kommt, auf ihn hinwirft, und da dieser Schatten sich immer als ein Stück von einer runden Scheibe auf dem Monde zeigt, er mag mitten, oder nur zum Theil, nord- oder südwärts durch denselben gehen, so ist der Schluß sehr leicht, daß der ganze Erdschatten ein Kreis seyn müsse. Da aber eine Kugel der einzige Körper ist, der in allen möglichen Stellungen, eine platte Scheibe hingegen, eine Walze, ein Kegel und ein Kugelstück nur in einem einzigen Stande gegen das Licht einen kreisförmigen Schatten hinter sich werfen kann, so lehrt also hier der Augenschein selbst die kugelförmige Rundung der Erde. Ob die Erde eine vollkommene Kugel sey, dies ist eine andere Frage. Wir können sie einstweilen dafür annehmen, bis genauere Untersuchungen etwas anderes darüber ergeben.

In der Folge wird sich auch zeigen, daß diese Voraussetzung wenigstens nicht viel von der Wahrheit abweiche.

§. 11. Unsere Erde ist also — dies ist das Resultat der bisherigen Betrachtungen — eine im Weltraume freyschwebende Kugel, d. h. ein Stern. Zu welcher Art von Sternen sie eigentlich gehöre, dies kann erst im Folgenden ausgemittelt werden.

Es ist nicht zu leugnen, daß es für den sinnlichen Menschen keine ganz leichte Sache sey, bis zu dieser Vorstellung von seinem Wohnplatze sich zu erheben. Daher dürfte es wol manchen nicht unangenehm seyn, ein Mittel kennen zu lernen, das ihnen dabey einige Erleichterung schaffen könnte. Ein solches vorzuschlagen, ist die Absicht des folgenden Raths.

Man

Man begebe sich in einer sternhellen und zugleich vom Monde erleuchteten Nacht auf einen Berg, oder eine andere beträchtliche Höhe, wo man über eine große Strecke Landes, und, wo möglich, auch über ein Wasser, eine ungehinderte Aussicht hat. Nun betrachte man mit Aufmerksamkeit die verschiedene Vertheilung des Lichts und Schattens, und die gröberen und feineren Abstufungen beider, in der Tiefe und auf der Höhe, auf dem offenen Felde und zwischen Gebüschen, Bäumen und Gebäuden, auf dem festen Lande und auf dem Wasser, so lange, bis die Einbildungskraft im Stande ist, von dem Total-Eindruck der Erscheinung dieses Stücks der Erdoberfläche sich ein deutliches Bild zu schaffen. Alsdann sehe man mit diesem noch ganz frischen Bilde durch ein Fernrohr, das zu dem Ende nur von mittelmäßiger Güte seyn darf, nach dem Monde, und betrachte die mannigfaltige Abwechselung der helleren und dunkleren Streifen und Flecken, die verschiedenen Erhöhungen und Vertiefungen mit allen ihren Ecken, Krümmen und Wendungen auf dessen Oberfläche; so wird man, durch die Vergleichung dieser beiden Erscheinungen, die Ueberzeugung, daß die Erde, wenn wir nur bis zu einer hinreichenden Höhe über ihren Dunstkreis uns erheben könnten, uns unter einer ganz ähnlichen Gestalt, wie die war, unter welcher wir eben den Mond sahen, erscheinen würde, bis zur höchsten Stufe der sinnlichen Evidenz bringen können, und daher auch geneigt seyn, den sehr natürlichen Schluß daraus zu ziehen, daß der Mond ein Körper von ähnlicher Art, wie die Erde, seyn werde.

§. 12. Nachdem wir nun unsere Erde als einen im Weltraume freyschwebenden Stern kennen, so wollen wir sie nicht mehr allein und einsam, son-

dern

dern im Chore der Sterne betrachten, von welchen sie umgeben ist; um so mehr, da die hierzu so bequeme Lage unsers Wohnplatzes uns so nachdrücklich zu einer solchen Betrachtung auffordert, und da uns diese allein sichere Hülfsmittel darbieten kann, die Figur der Erde näher zu bestimmen, ihre Oberfläche richtig abzutheilen, ihre Größe auszumessen, und ihre Lage und Bewegung im Weltraume anzugeben.

Da nach den im Vorigen (§. 1. 10.) angeführten Erfahrungen die Erde eine mit dem Himmel concentrische Kugel ist, so muß sich für jeden Punct und Kreis der Himmelskugel auch ein übereinstimmender Punct und Kreis auf der Erdkugel angeben lassen.

Was die Puncte betrifft, so darf man nur von einem Puncte der Himmelskugel einen Halbmesser nach dem gemeinschaftlichen Mittelpuncte beider Kugeln ziehen, und dieser wird auf der Erdkugel den übereinstimmenden Punct bezeichnen. Was aber die Kreise anbelangt, so sind diese entweder größte, oder kleinere. Bey den größten ergeben sich die übereinstimmenden Kreise auf der Erdkugel da, wo ihre Ebene die Erdfläche durchschneidet. Auf den kleineren Kreisen der Himmelskugel aber läßt sich bis an den gemeinschaftlichen Mittelpunct der Erd- und Himmelskugel ein lothrechter Kegel aufrichten, dessen Durchschnitt mit der Erdfläche jedesmal den zugehörigen kleineren Kreis auf der letzteren giebt. So bezeichnet (in F. 4.) wenn man sich unter pasqp die Erdkugel und unter PASQP die Himmelskugel vorstellt, die Weltaxe PS in den beiden Puncten p, s, wo sie durch die Erdkugel geht, die Erdpole, wovon der erste der Nordpol, der letzte aber der Südpol genannt wird, weil jeder den gleichnamigen Pol der Weltkugel zum Schei-

Scheitelpuncte hat, und das Stück ps der Weltaxe vom Nordpole der Erde bis zu ihrem Südpole macht die Erdaxe aus. Die Ebene des Aequators AZ der Himmelskugel schneidet, wenn sie genugsam erweitert wird, auf der Oberfläche der Erdkugel den Erdäquator aq ab, der sonst auch schlechthin die Linie genannt wird, und dem Parallel DE der Himmelskugel gehört auf der Erdkugel der Parallel de zu, der vom Erdpole eben so weit, als jener vom Weltpole entfernt ist, so daß jeder Punct des ersteren in der gemeinschaftlichen Bewegung nach und nach ein Scheitelpunct von jedem Orte des letzteren wird. Wie endlich am Himmel derjenige größte Kreis, welcher durch die Pole und den Scheitelpunct eines Beobachtungsorts geht, PZAHSRP, der Mittagskreis heißt, eben so hat auch der übereinstimmende größte Kreis der Erdkugel poamsnp, welcher durch die Erdpole und den Ort o gezogen werden kann, den Namen des Mittagskreises oder Meridians für den Ort o, weil er nichts anders ist, als die Durchschnittslinie des Mittagskreises dieses Orts mit der Oberfläche der Erde. Die Durchschnittslinie des Mittagskreises und Horizonts eines Orts wird daher auch die Mittagslinie des Orts genannt. Hieraus erhellet nun, daß der Erdäquator, oder die Linie, alle erforderliche Eigenschaften eines Kreises habe, auf welchen die Bestimmung der Lage der Oerter auf der Oberfläche der Erde solle bezogen werden können. Diese Beziehung geschiehet auf die im Vorigen erklärte Art, durch größte Kreise, welche aus den Polen des Erdäquators durch die zu bestimmenden Oerter auf ihn lothrecht gelegt werden. Der Bogen eines solchen Kreises von einem Orte auf der Erde bis an den Erdäquator mißt dessen Abstand von dem letzteren, und wird die Breite

des

des Orts genannt. Das Complement der Breite ist der Abstand des Orts vom Pole, welcher durch den Bogen eben dieses Kreises von dem Orte an bis zum Pole gemessen wird. Hat man nun noch einen Punct, von welchem man anfangen kann die Grade der Linie zu zählen, so heißt der Bogen der Linie von diesem Anfangspuncte an bis dahin, wo der durch einen Ort und durch die Pole gehende Breitenkreis die Linie schneidet, die Länge des Orts. Sind daher Länge und Breite eines Orts auf der Oberfläche der Erde bekannt, so ist seine Lage vollkommen bestimmt.

§. 13. Da aber Messungen auf der Erde theils sehr beschwerlich und kostbar, theils ohne den sorgfältigsten und geschicktesten Gebrauch der besten Instrumente doch nicht leicht zu einer hinreichenden Vollkommenheit zu bringen sind, die Stellen der Sterne hingegen, weil diese aus einem Standpuncte alle zugleich sich übersehen lassen, viel leichter und genauer bestimmt werden können, so müßte es sehr erwünscht für uns seyn, wenn wir uns Erdmessungen durch Sternbeobachtungen ersparen könnten. Und dies können wir in der That; weil die Kreisbogen auf der Erde mit den ihnen zugehörigen Bogen am Himmel zu einerley Winkel am Mittelpuncte als Maaße gehören; wie z. B. AG, ag zu ACG, BG, bg zu BCG. Es sey nemlich pas der erste Mittagskreis, und die Lage des Orts b auf der Erde zu bestimmen, so wird diese bekannt seyn, sobald man die Größe der Bogen ag, gb, d. h. seine Länge und Breite weiß. Diese Bogen aber gehören mit den Bogen AG, GB, d. h. mit der geraden Aufsteigung und Abweichung des Puncts B zu einerley Winkel ACG, BCG am Mittelpuncte der Kugel; und enthalten folglich eben so viele Grade als diese. Man kennt also die

Brei-

Breite und Länge des Orts b auf der Erde, sobald man die Abweichung und gerade Aufsteigung seines Scheitelpuncts B am Himmel kennt, vorausgesetzt, daß man auch für den Erdäquator einen Anfangspunct der Zählung habe. Nun ist die Abweichung des Scheitelpuncts eines Orts dem Complemente der Aequatorshöhe, dieses aber der Polhöhe des Orts gleich, folglich ist auch die Breite eines Orts seiner Polhöhe gleich. Z. B. in der Figur ist für den Ort o auf der Erde seines Scheitelpuncts Z Abweichung = AZ, die Aequatorshöhe = AH, die Polhöhe = PR, die Breite = ao, aber:

$$AZ + AH = 90^\circ$$
$$\text{und } PZ + PR = 90^\circ$$

$$\text{folglich } AZ + AH = PZ + PR$$
$$\text{Nun ist } AH = PZ$$

$$\text{folglich } \left.\begin{matrix} AZ \\ ao \end{matrix}\right\} = PR$$

Was nun den Anfangspunct der Zählung für die Grade des Erdäquators betrifft, so hat man, so weit man bisher die Erde kennen lernte, bey keinem Orte derselben einen Grund finden können, der für seinen Mittagskreis, bey der Wahl eines ersten, entscheidend wäre. In der Astronomie nun, wo man, um an verschiedenen Orten gemachte Beobachtungen mit einander vergleichen zu können, nur den Abstand der Mittagskreise derselben, also nicht absolute Längen, sondern nur Unterschiede der Längen derselben zu wissen nöthig hat, könnte man zwar jener Wahl ganz überhoben seyn, weil die Bestimmung des Unterschieds der Mittagskreise mehrerer Oerter noch keinen ersten Mittagskreis voraussetzt. Aber desto nöthiger wäre es in der Geographie für die Verfertigung und den Gebrauch

der

der Charten, daß man über einen gewissen ersten Mittagskreis einig würde. Nichts desto weniger hat man sich bis jetzt noch nicht darüber verglichen, auch steht, wie es scheint, eine solche Vergleichung für die Zukunft wol nicht zu erwarten; denn eben weil diese Wahl ganz willkührlich ist, so folgt dabey fast jeder seinem Gutdünken.

Die Alten zogen den ersten Mittagskreis ohngefähr durch die westlichsten ihnen bekannten Länder; namentlich Ptolemäus durch die westwärts der africanischen Küste gelegenen canarischen Inseln, von denen man die Erdfläche zu rechnen anfing. Auch jetzt noch legt man, bey Verfertigung der Landcharten, den ersten Mittagskreis gerne in diese Gegend, weil man dadurch den Vortheil erhält, daß die alte Welt ganz in die östliche, und die neue größtentheils in die westliche Halbkugel der Erde fällt, welches bey Planiglobien bequem ist, welche die Erdfläche in zwey neben einander liegenden Halbkugeln vorstellen, als wenn sie durch die Ebene des ersten Meridians zerschnitten wäre. Mercator und Riccioli zogen den ersten Mittagskreis durch den Hafen St. Cruz auf der canarischen Insel Palma, weil Christoph Colom zur Entdeckung der neuen Welt von demselben ausgesegelt sey. Wilhelm Blaeu legte ihn durch den Berg Pico auf der Insel Teneriffa, als einen der höchsten Berge der bekannten Welt, worin ihm in der Folge fast alle seine Landsleute gefolgt sind. Dies waren freylich auch Gründe der Wahl, aber Gründe, die mit den Eigenschaften eines ersten Meridians durchaus in keiner Verbindung stehen. Die Franzosen hingegen zogen diesen Kreis schicklicher durch die westlichste Küste der Insel Ferro, wozu sie durch einen von Ludwig XIII. im Jahr 1634 gegebenen Befehl angehalten wurden; und zwar ist es seitdem

der Bequemlichkeit wegen gewöhnlich geworden, ihn zwischen der westlichen Küste der Insel Ferro und der Stadt auf derselben hindurchgehen zu lassen, so daß die Länge der Pariser Sternwarte genau = 20 Grade wird; und so wird er jetzt auch auf den meisten Landcharten angenommen. Die Astronomen hingegen nehmen meistentheils den Meridian ihrer Sternwarte für den ersten. Bey diesen Verschiedenheiten kommt also alles nur darauf an, daß die Länge des Orts, dessen Meridian man für den ersten annimmt, und der Abstand der zu bestimmenden Oerter von diesem Anfangspuncte gegen Morgen oder Abend durch genaue Beobachtungen sicher bestimmt werde.

III. Von astronomischen Beobachtungen.

A. Beobachtungsort, Sternwarte.

§. 14. Unter einer Sternwarte versteht man ein zu Anstellung astronomischer Beobachtungen tauglich eingerichtetes Gebäude. Ein solches wird eigentlich blos der unbeweglichen Instrumente wegen errichtet, denn die beweglichen, sie mögen Namen haben, wie sie wollen, können in jedem andern Gebäude, das eine freye Aussicht hat, und selbst unter freyem Himmel, gebraucht werden.

Die unbeweglichen Instrumente machen also eigentlich den Körper der Sternwarte aus, und das Gebäude selbst dient diesen blos zum Kleide, um Werkzeuge und Beobachter gegen die Verletzungen der Witterung zu schützen.

Aus diesem Hauptgrundsatze, von welchem man bey der Erbauung einer Sternwarte ausgehen muß, ergiebt sich zunächst folgende Regel: „Eine Sternwarte muß den unbeweglichen Instrumenten,

die

die auf ihr gebraucht werden sollen, eben so angepaßt werden, wie ein Kleid dem Körper.„

Die vornehmsten Eigenschaften, die man einer Sternwarte zu verschaffen suchen muß, sind demnach Festigkeit und Zweckmäßigkeit. Denn von der Festigkeit des Gebäudes hängt die Zuverlässigkeit aller Beobachtungen hauptsächlich ab, und durch eine zweckmäßige Einrichtung wird man in den Stand gesetzt, mit einem nicht allzugroßen Aufwande viel nützliches auszurichten.

§. 15. Die Sternwarten sind überhaupt entweder große öffentliche, oder kleine Privat-Sternwarten. Von den ersteren ausführlich zu handeln, ist hier der Ort nicht. Ich werde mich daher in Ansehung dieser auf einige unten beyzufügende Bemerkungen einschränken. Was die letzteren betrifft, so werden sie entweder auf freyem Felde über oder unter der Erde von neuem angelegt, oder auf dem Forste eines alten Hauses eingerichtet.

Der vortheilhafteste Platz zu einer Sternwarte ist unstreitig die Mitte einer großen Ebene, wo man nach allen Seiten hin eine ungehinderte Aussicht hat. Ist ein Liebhaber der Astronomie in diesem glücklichen Falle, so suche er sich auf flacher Erde einen Ort aus, von dessen beständiger Trockenheit er versichert seyn kann. Hierauf orientire er diesen Platz genau, und lasse dann von dauerhaften Quadersteinen ein festes Fundament, wo möglich, so legen, daß die Ebene des Meridians die südliche und nördliche Seite in einer mit der östlichen und westlichen parallelen Richtung durchschneide. Die tauglichste Form des Gebäudes ist, in mehr als einer Hinsicht, die eines achteckigen Thurms. In Ansehung des Maaßes läßt sich hier im Allgemeinen nichts bestimmen. Jeder richtet

sich hierin theils nach seinem Vermögen, theils nach seinen besonderen Absichten.

Sobald das Fundament fertig ist, so weise man auf demselben jedem der Hauptinstrumente seinen bestimmten Platz an, und nun erst lasse man das übrige Gebäude, mit beständiger Rücksicht auf die Bestimmung eines jeden Theils, vollenden, so daß man dabey immer das Gebäude als eine bloße Decke der Instrumente betrachtet, wie man in großen physicalischen Cabineten die größten Maschinen, wie z. B. die Luftpumpe, Electrisirmaschine u. a. m. im Fußboden befestigt, und Bedeckungen von Holz, Pappe u. dgl. über sie hin stürzt.

Will der Beobachter eine Wohnung mit der Sternwarte verbinden, so kann dies auf mancherley Art geschehen. Entweder er kann dem Thurme mehrere Stockwerke geben, und dessen Weite groß genug nehmen, um in dem unteren Theile zur Wohnung Raum zu behalten; oder er kann an den Thurm unmittelbar ein ordentliches Wohnhaus anbauen, welches nur nicht so hoch werden darf, daß es dem Thurme die Aussicht nach dieser Seite hin versperren kann; oder er kann auch den Thurm aus der Mitte des Fundaments eines ordentlichen Wohnhauses aufführen, so daß dasselbe über dem ersten Stockwerke mit einem flachen Dache bedeckt wird, auf welches man vom Thurme aus kommen kann, und über welches der Thurm sich noch um ein oder zwey Stockwerke erhebt. Weil die astronomischen Beobachtungen weder Ofen- noch Caminwärme verstatten, so muß man, außer dem eigentlichen Beobachtungszimmer, und in dessen Nähe ein heizbares Zimmer haben, wo man bey strenger Kälte von Zeit zu Zeit sich erholen kann.

Der Fußboden eines jeden der oberen Stockwerke muß auf einem Gewölbe von Backsteinen auf

der hohen Kante, oder von gehauenen Sandsteinen ruhen, weil flache Gewölbe immer eine gewisse elastische Bewegung behalten, die sich, wenn man darüber geht, desto merklicher zeigt, je weiter der Raum ist, den das Gewölbe deckt.

Die Decke eines jeden Beobachtungszimmers muß von Gips seyn, um Werkzeuge und Beobachter gegen Staub von oben zu schützen. Die Mauern an den Seitenwänden müssen wenigstens 1 Fuß, die im Innern aber, an welchen Werkzeuge befestiget werden sollen, wenigstens 2 Fuß dick seyn. Der innere Raum des Beobachtungszimmers darf nicht weniger, als 12 Fuß zu seiner kleinsten Abmessung haben; auch das Maaß der Höhe darf nicht kleiner seyn. Die Fenster, deren der Thurm wenigstens nach jeder Haupt-Weltgegend eins nöthig hat, müssen bis nahe an die Decke reichen.

Die Fenster selbst, so wie die Vorsetzläden, die man zur Verdunkelung des Zimmers nöthig hat, werden am besten in ein Stück zusammen verbunden, und in Falzen, die man entweder außerhalb an der Brustmauer, oder zwischen derselben und ihrer inneren Verkleidung anbringen kann, in einer der Brustmauer parallelen Richtung auf- und niedergelassen. Diese Bewegung kann man ihnen entweder auf ähnliche Art, wie den Fenstern in Staats- und Reisewagen, oder noch besser durch Gegengewichte, die sich auf den Seiten anbringen lassen, geben. Die letztere Einrichtung gewährt die große Bequemlichkeit, daß man das Fenster ohne Mühe jedesmal von oben herab so weit öffnen kann, als man es gerade nöthig hat, weil es an jeder Stelle des ganzen Wegs, den es durchlaufen kann, stehen bleibt, sobald man aufhört, es fortzuschieben. Auch geht nichts über die Leichtigkeit, womit man auf solche Art die Fenster in Bewegung se-

setzen kann. Denn das größte Fenster kann bey dieser Einrichtung mit zwey Fingern verschoben werden.

Um dem Fernrohre an dem Hauptinstrumente den ganzen Mittagskreis vom südlichen Horizonte durch das Zenith bis zum nördlichen Horizonte offen zu erhalten, was ein sehr wesentlicher Vortheil ist, muß in den beiden, nach diesen Hauptgegenden gerichteten, Wänden eine durch das ganze Dach fortlaufende, wenigstens 1 Fuß breite Spalte gelassen werden, welche von außen durch einen darauf passenden, und mit Kupfer oder Sturzblech, das mit einem Oelfirniß überzogen worden, beschlagenen Laden auf mehr als eine Art verschlossen werden kann. Um dadurch der Festigkeit des Gebäudes keinen Abbruch zu thun, können die Mauern an den Stellen, wo die wenigsten Sterne zu sehen sind, durch schmale eiserne Stangen mit einander verbunden werden. Unter einer solchen Spalte kann der Beobachter, gegen Wind und Kälte geschützt, mit der größten Bequemlichkeit über das ganze himmlische Heer Musterung halten, indem er solches nach und nach, so zu sagen, Mann für Mann, durch sein Fernrohr gehen läßt.

Die Wände des ganzen Gebäudes müssen von außen, besonders auf der Wetterseite, mit Kalke und Sande sorgfältig verkleidet werden, um die den Instrumenten höchst schädliche Feuchtigkeit abzuhalten.

Um das zu dem Gebäude nöthige Holzwerk vor dem Erzeugen der Schwämme, welche oft die größten und hier ganz unleidliche Nachtheile bringen, zu verwahren, ist es eine nicht genug zu empfehlende Vorsicht, daß man das Holz zur Zeit der größten Trockenheit, also ja nicht, nach der zwar gemeinen, aber gleichwohl ganz irrigen Meinung,

vom

vom October bis zum März, sondern vielmehr, Du Hamels Versuchen zur Folge, im Junius oder Julius fällen lasse.

§. 16. Alle diese Regeln gelten auch von unterirdischen Sternwarten unter den gehörigen Abänderungen, nur muß bey diesen die Sorge für die Abhaltung der Feuchtigkeit verdoppelt werden. Zu dem Ende muß man alles Regen- und Schneewasser gänzlich davon abzuhalten suchen. Uebrigens wäre zu wünschen, daß diese Sternwarten viel häufiger würden, als sie gegenwärtig sind. Denn außer dem Vorzuge, den sie mit kleinen Sternwarten auf ebenem Felde vor großen, auf hohen Bergen angelegten, astronomischen Prachtgebäuden gemein haben, daß sie von der Gewalt der Stürme, die auf der Höhe oft Dächer abdeckt, Thüren und Fenster zerbricht, auch die festesten Gebäude aufs heftigste erschüttert, wodurch die Lage der befestigten Instrumente verändert, und der Gang der Uhren gestört wird, nichts leiden, haben sie noch den besonderen, daß sie, wegen ihrer fast beständig gleichförmigen Temperatur, auch von allen den nachtheiligen Einflüssen ganz frey sind, die, an freyeren und höheren Oertern, die häufigen und oft so schnellen Abwechselungen der Wärme und Kälte, der Feuchtigkeit und Trockenheit der Luft, auf die meisten Werkzeuge haben. Dies war ohne Zweifel der Hauptgrund, warum Tycho Brahe seine meisten Beobachtungen in unterirdischen Gemächern anstellte.

§. 17. Die im vorigen beygebrachten Vorschriften finden nicht weniger auch bey solchen kleinen Sternwarten, die auf dem Forste alter Häuser eingerichtet werden, ihre Anwendung.

Hauptsächlich hat man bey diesen das in Acht zu nehmen, was oben (§. 15.) von dem Gewölbe,

auf dem der Fußboden ruhen soll, erinnert worden ist, und dieses Gewölbe, wo möglich, auf gute alte Mauern zu setzen.

§. 18. Was endlich große öffentliche Sternwarten betrifft, so hat man bey der Errichtung derselben im Ganzen die nemlichen Grundsätze zu befolgen.

Außerdem sind noch zwey Hauptvorzüge, die man einem solchen Gebäude, wo man keine Kosten sparen darf, zu geben nicht verabsäumen muß. Der eine ist ein Thurm mit einem beweglichen Kuppeldache, das mit einem Einschnitte versehen ist, welcher in die Lage eines jeden Verticalkreises gebracht und von außen mit einer Klappe verschlossen werden kann, um durch dessen Oeffnung die Himmelskörper in jeder möglichen Lage beobachten zu können. Der andere besteht darin, daß die Grundlagen und Pfeiler für die unbeweglichen Instrumente aus dauerhaften, mit Kütte zusammenzufügenden Quadersteinen verfertiget, und zu allererst in den Boden selbst, über welchem das Gebäude aufgeführt werden soll, von diesem ganz unabhängig, bis auf die nöthige Tiefe eingesenkt werden.

Anmerkung. Nach diesen Grundsätzen lehrete vor hundert Jahren Olaus Römer, der größte Astronome seiner Zeit — selbst Leibnitz, der sich mehr als einmal seinen Rath erbat, nennt ihn (Epp. ad Div. T. II. p. 8.) Unicum astronomiae Statorem inter nostros Protestantes — Sternwarten anlegen. S. Leibnitii Epp. ad Div. T. II. Ep. X. p. 40 sq. und Horrebovii Basis Astronomiae Cap. 8. und 16. Diese richtigen Grundsätze wurden aber wenig bekannt, und daher auch wenig befolgt. Erst in den neuesten Zeiten fing man an, ihnen ganz die Aufmerksamkeit zu widmen,

die sie so sehr verdienen, und bey der Erbauung von zwey der vollkommensten unter den neueren europäischen Sternwarten, der berühmten Radcliffschen zu Oxford, und der herzoglichen zu Gotha, folgte man hauptsächlich ihrer Leitung. Man wird uns daher diese kleine Abweichung von dem Plane der Comp. Bibl., nur Schriften, die seit 1788 erschienen sind, zu benutzen, zu gute halten, weil wir Wahrheit suchen müssen, wo wir sie finden, und sollten wir zu dem Ende auch um ein ganzes Jahrhundert zurückgehen müssen.

Sollte übrigens dieser Fall nur in der Astronomie allein vorkommen?

§. 19. Zu einem Muster einer nach diesen Grundsätzen einzurichtenden Privat-Sternwarte kann sehr wohl die neue königliche Sternwarte zu Kopenhagen dienen, deren Bau im J. 1780 geendiget wurde; denn sie leistet allen Forderungen, die man an eine solche machen, und allen Absichten, die man dabey haben kann, vollkommen Genüge, und kostete doch nicht über 7000 Rthlr.

T. II. F. 1. zeigt den Aufriß, F. 2. den Grundriß dieser Sternwarte. Das größere Gemach ABCDGHJK derselben ist achteckigt, und sein Durchmesser 25 Fuß. Es hat fünf Fenster, N, a, b, S, c, unter welchen N nach Norden, S nach Süden sieht. QR ist eine starke Mauer von Marmor, welche den sechsfüßigen Mauerquadranten trägt. T ist eine steinerne Säule, die dem zwölffüßigen Sector zur Stütze dient; Y ist der Ort für die dänische Pendeluhr. Die Höhe des Gemachs ist 14 Fuß; die Fenster sind so hoch und geräumig, daß ein zehnfüßiges Fernrohr innerhalb des Gemachs bequem behandelt, und nach jeder Himmelsgegend gerichtet werden kann.

Auf der Morgen- und Abendseite sind zwey kleinere viereckigte Gemächer, von 9 Fuß Seite. In dem westlichen Gemache AMLK ist das sechsfüßige achromatische Mittagsfernrohr aufgestellt. P, O sind die marmornen Pfeiler desselben.

An dem Pfeiler O ist außerdem eine englische Uhr befestiget. In dem östlichen Gemache DEFG befindet sich der vierfüßige astronomische Kreis auf den steinernen Grundlagen U, V aufgestellt, und in der Ecke Z hängt eine französische Uhr.

Durch die Dächer der drey Gemächer gehen, nach der Richtung des Meridians, 10 Zoll breite Spalten, welche durch eine mechanische Vorrichtung nach Belieben leicht geöffnet und geschlossen werden können, so daß durch sie und die in Fig. 1. abgebildeten Fenster für das Mittagsfernrohr, den Mauerquadranten, den Sector und den astronomischen Kreis, der ganze Meridian offen steht.

(Bugge Obss. astron. Havniae 1784. 4. C. 1.)

B. Werkzeuge zu astronomischen Beobachtungen.

§. 20. Wie überhaupt alle Beobachtungen von bloßen Wahrnehmungen dadurch sich unterscheiden, daß man bey den ersteren die durch Kunst vervollkommneten Sinnenwerkzeuge auf gewisse Gegenstände richtet, mit der bestimmten Absicht, ihre Veränderungen durch solche zu bemerken, da man bey den letzteren blos die natürlichen Sinnenwerkzeuge den zufälligen Einwirkungen der äußeren Gegenstände aussetzt und überläßt; so wären insbesondere astronomische Beobachtungen absichtlich und durch verstärkte Augen angestellte Wahrnehmungen der Erscheinungen der Himmelskörper. Zu diesen hätte man also, außer den Fernröhren, keine andere

Werk-

Werkzeuge nöthig. Da aber dergleichen Beobachtungen der Himmelsbegebenheiten, ohne Angabe des Orts und der Zeit, wo und wenn sie vorgefallen, wenig fruchtbares lehren, und zu keiner zusammenhängenden und gründlichen Kenntniß des Himmels führen könnten, so ist man genöthiget, dem Begriffe der astronomischen Beobachtungen eine weitere Ausdehnung zu geben, und darunter auch diejenigen Wahrnehmungen zu begreifen, welche man in der Absicht anstellt, die Lage der Weltkörper im Himmelsraume, und die Zeit der Erscheinungen durch künstliche Mittel zu bestimmen. Da nun die Lage der Himmelskörper (§. 1.) durch Kreisbogen bestimmt wird, die man an der scheinbaren Himmelskugel durch sie legt, und aus dem Mittelpuncte derselben mißt, so hat man dazu einen in Grade und deren kleinere Theile abgetheilten Kreisbogen, d. h. einen Winkelmesser, nöthig. Die Bestimmung der Zeit aber erfordert eine genaue Uhr. Demnach lassen sich alle astronomische Werkzeuge unter die drey Classen der Fernröhre, Winkelmesser und Uhren bringen.

a) Fernröhre.

§. 21. Unter einem Fernrohre versteht man ein Werkzeug, wodurch sich entlegene Gegenstände dem Auge vergrößert und deutlich darstellen. Diese gedoppelte Absicht läßt sich auf zweyerley Arten erreichen, entweder durch eine Zusammensetzung von bloßen Gläsern, wovon das gegen die Sache gekehrte das Vorderglas oder Objectivglas genannt wird, die obern, welche sich am Auge befinden, den Namen der Augengläser oder Oculare führen, oder durch eine Verbindung von Gläsern und Metallspiegeln; im ersten Falle heißt das Werkzeug ein Fernrohr im engeren Verstande, im letzten ein

ein Spiegelfernrohr, Spiegeltelescop, oder auch nur Telescop. Beide das Fernrohr und das Telescop, soweit sie zu astronomischen Beobachtungen gebraucht werden, sind wiederum von gedoppelter Art, jenes nemlich entweder ein galileisches, sonst auch holländisches genannt, oder ein astronomisches Fernrohr im engern Verstande, sonst auch Sternrohr genannt; dieses aber entweder ein gregorysches oder ein newtonisches.

§. 22. Zur Erklärung der Einrichtung und Wirkung des Fernrohrs müssen wir folgende Sätze aus der Dioptrik entlehnen.

I. Jedes erhabene Glas vereiniget Strahlen, welche aus einem Puncte des Gegenstands kommen, hinter sich wieder in einem Puncte, dem Vereinigungspuncte. Ist der Gegenstand sehr entfernt, daß also die Strahlen aus einerley Puncte desselben parallel auffallen, so heißt der Punct, wo sie sich vereinigen, der Brennpunct, und sein Abstand vom Glase die Brennweite. Werden die Strahlen in den Vereinigungspuncten aufgefangen, so zeigen sie ein umgekehrtes Bild des Gegenstands.

II. Jedes Hohlglas zerstreut die Strahlen, die aus einem Puncte des Gegenstandes kommen, so, als ob sie von einem in der Axe des Glases liegenden nähern Puncte ausgegangen wären. Für parallel auffallende Strahlen heißt dieser Punct oft auch der Brennpunct, und sein Abstand die Brennweite des Glases, eigentlicher aber Zerstreuungspunct und Zerstreuungsweite.

III. Strahlen, welche auf ein erhabenes Glas aus seinem Brennpuncte oder Brennraume kommen, oder auf ein Hohlglas so fallen, als ob sie in seinem Brennpuncte sich vereinigen wollten, werden von beiden so gebrochen, daß sie nachher mit einander parallel laufen.

IV.

IV. Bey Gläsern, die nicht allzudick sind, darf man ohne merklichen Fehler annehmen, daß jeder Strahl, der auf ihre Mitte fällt, ungebrochen durchgehe.

α) Galileisches Fernrohr.

§. 23. Das galileische Fernrohr, dessen Einrichtung die erste und ursprüngliche des Werkzeugs überhaupt ist, und das den Namen von seinem Erfinder Galilei (1609) erhalten hat, besteht aus einem erhabenen Vorderglase und einem hohlen Augenglase, welche in die Enden einer Röhre eingesetzt, und so weit von einander entfernt werden, daß der Brennpunct des Vorderglases ohngefähr mit dem jenseitigen Zerstreuungspuncte des Augenglases zusammenfällt. Um diese Entfernung nach Beschaffenheit der Umstände abändern zu können, setzt man die Röhre gewöhnlich aus zwey Stücken, die sich in einander verschieben lassen, zusammen.

Die Wirkung dieses Werkzeugs läßt sich nun aus den dioptrischen Sätzen des vorigen §. folgendermaßen erklären. Es sey (T. III. F. 1.) AB ein sehr entlegener Gegenstand, der von C aus unter dem Winkel pCA gesehen wird. DE sey ein Converglas, dessen Mittelpunct C, und dessen Brennweite Ca ist. Hinter demselben sey das Hohlglas GH, dessen Brennweite Va ist, so gestellt, daß die Axen beider Gläser Ca, Va und beider Brennpuncte bey a zusammenfallen.

Von dem Puncte A des entlegenen Gegenstands fallen unzählbare Strahlen auf das Vorderglas DE, welche alle mit AC parallel sind. Außer AC sind in der Figur noch zwey davon mit schwarzen Linien angegeben. Von dem Puncte B fallen eben so viele auf, die alle mit pC parallel sind. Die Figur giebt, außer pC, auch noch zwey da-

davon, alle mit punctirten Linien, an. Die Veränderungen, welche die Wege dieser Strahlen beym Durchgange durch beide Gläser zu leiden haben, sind nun folgende.

Das erhabene Vorderglas vereinigt (nach I. vor. §.) die parallel auffallenden Strahlen in seinem Brennraume bey a. Mithin werden die drey mit schwarzen Linien angedeuteten Strahlen, von denen AC ungebrochen hindurch geht, und also wirklich nach a kommt, hinter DE so fortgehen, als ob sie sich alle in a vereinigen wollten. Die drey punctirten Strahlen aber, welche aus B kommen, unter welchen pC (nach IV. vor. §.) ebenfalls ungebrochen durchgeht, und den Brennraum in b treffen würde, müssen sich (nach I.) in b wieder vereinigen. So würde, wenn das Hohlglas nicht da wäre, in ab ein deutliches, aber umgekehrtes Bild des Gegenstands AB entstehen. Die Figur giebt also die richtigen Wege der Strahlen von einem Glase zum andern an, indem die drey schwarzen Linien nach a zu, die drey punctirten nach b zu convergiren. Der Punct b bestimmt sich dadurch, daß der Strahl pC, der auf die Mitte C fällt, ungebrochen bis unter a fortgezogen wird. Ehe aber noch diese Strahlen sich wirklich in a und b vereinigen, und das Bild ab entwerfen können, werden sie von dem hohlen Augenglase aufgefangen, und aufs neue gebrochen. Der Strahl CV geht wiederum ungebrochen hindurch, und kommt wirklich nach a. Alle drey mit schwarzen Linien angedeutete aber fallen so auf, als ob sie in a, dem Brennpuncte des Hohlglases, sich vereinigen wollten. Daher müssen sie (nach III.) hinter dem Hohlglase mit einander parallel werden, und man hat ihre richtigen Wege, wenn man die schwarzen Linien vom Hohlglase aus mit Va parallel

lel fortführt. Die drey punctirten fallen gleichfalls so auf, daß sie nach dem Brennraume des Hohlglases in b convergiren; auch diese müssen also nach der Brechung einander parallel werden. Unter den von B herkommenden Strahlen ist nun allemal einer, der die Mitte des Hohlglases bey V trifft, also (nach IV.) ungebrochen fortgeht, und wirklich nach b kommt. In der Figur ist dieser Strahl Vb der mittelste unter den drey punctirten.

Weil alle punctirte Strahlen parallel aus dem Hohlglase ausgehen müssen, so findet man ihre Wege, wenn man sie vom Hohlglase an parallel mit der Linie Vb fortzieht.

Die von A und B herkommenden Strahlencylinder werden durch das Vorderglas in Kegel verwandelt, ihre Strahlen näher zusammengebracht, und vom Augenglase als schmälere concentrirtere Cylinder unter andern Winkeln wieder ausgesendet. Ganz nahe am Augenglase bey O greifen diese ausgehenden Cylinder zum Theil in einander. Es ist also noch die Frage zu beantworten, was ein Auge, an diesen Ort gehalten, durch die Strahlen, die es empfängt, sehen müsse?

Vorausgesetzt, daß das Auge bey O weitsichtig ist, und jeden Punct, von welchem parallele Strahlen auf den Augenstern fallen, deutlich sieht, wird es in O lauter parallele Strahlen vom Puncte A sowohl, als vom Puncte B und von allen zwischenliegenden Puncten F erhalten, und daher alle Puncte zwischen A und B, d. i. den Gegenstand selbst, deutlich sehen.

Es wird ferner der Punct A durch den Strahl VO nach der Richtung OA, den Punct B aber durch den Strahl βO nach der Richtung Oβ, nach eben der Seite hin, nach welcher er wirklich liegt,

liegt, d. i. den Gegenstand in seiner wahren Lage, oder aufrecht erblicken.

Es wird ihn endlich unter dem Winkel O, welcher, als Wechselwinkel, dem Winkel aVb gleich ist, sehen. Hätte es ihn ohne Fernrohr, von der Stelle des Vorderglases, oder von C aus betrachtet, so würde es ihn unter dem Winkel pCA, der als Scheitelwinkel dem aCb gleich ist, gesehen haben. Da nun aVb, als äußerer Winkel am Dreyecke bVC größer ist als aCb, so sieht man durch das Fernrohr den Gegenstand unter einem größern Winkel, als mit dem bloßen Auge, d. h. man sieht ihn vergrößert, und zwar so vielmal vergrößert, wie vielmal aVb größer als aCb ist. Weil nun beide Winkel allemal klein sind, und sich also nahe wie ihre Tangenten $\frac{ab}{Va}$ zu $\frac{ab}{Ca}$ oder wie Ca zu Va verhalten, so sieht man den Gegenstand so vielmal größer, wie vielmal Ca, die Brennweite des Vorderglases, größer als Va, die Zerstreuungsweite des Augenglases ist. Der Exponent dieses Verhältnisses, oder der Quotient beider Brennweiten $\frac{Ca}{Va}$ ist also die Vergrößerung. Ist z. B. des Vorderglases Brennweite = 2 Schuh, die des Augenglases = 3 Zoll, so ist die Vergrößerung = $\frac{2 \cdot 12}{3}$ = 8. Da aber die Sehewinkel zwischen ihren Schenkeln blos Linearabmessungen der Gegenstände begreifen, so geben diese Vergrößerungszahlen blos Vergrößerungen der Linien oder der Durchmesser an. Flächen werden also im Verhältnisse der Quadrate dieser Zahlen vergrößert.

Da

Da endlich die Größe des Sehewinkels, unter welchem Gegenstände dem bloßen Auge erscheinen, ganz von der Entfernung abhängt, aus welcher man sie betrachtet, so bezeichnen uns die Ausdrücke: größer sehen, und näher sehen, einen und ebendenselben Begriff; d. h. wir sehen größer, was wir näher sehen, und das, was wir größer sehen, scheint uns näher zu seyn, wofern nicht andere Gründe unser Urtheil über den wahren Abstand eines Objects bestimmen. Man darf daher von einem Fernrohr, das z. B. 50mal vergrößert, ja nicht erwarten, daß man dadurch den Mond 50mal breiter, als mit bloßen Augen sehen werde, sondern, da die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde in runder Zahl = 50000 geographische Meilen ist, und man ihn durch dies Fernrohr 50mal näher sieht, so wird man ihn eben so groß sehen, als er dem bloßen Auge erscheinen würde, wenn er nur 1000 Meilen von der Erde entfernt wäre.

Die Länge des Fernrohrs CV ist = Ca — Va, d. i. dem Unterschiede beider Brennweiten gleich.

Die wichtigsten Mängel des galileischen Fernrohrs sind der enge Raum des Gesichtsfelds, und die Schranken, die dadurch der, vermittelst desselben zu erhaltenden, Vergrößerung gesetzt sind, weil die Größe von jenem sich umgekehrt wie diese verhält. Es wird daher jetzt meistens nur zu Taschenperspectiven gebraucht; doch dient es, wegen seiner vorzüglichen Deutlichkeit, auch noch gut zu Beobachtung der Sonnenfinsternisse und Sonnenflecken.

β) Sternrohr.

§. 24. Das astronomische Fernrohr oder Sternrohr, eine Erfindung Keplers (1611), besteht aus einem erhabenen Vorderglase und einem

erhabenen Augenglase, welche in die Enden einer oder mehrerer Röhren so eingesetzt werden, daß der Brennpunct des Vorderglases mit dem disseitigen Brennpuncte des Augenglases zusammenfällt.

Es sey wiederum (T. III. F. 2.) AB ein sehr entlegener Gegenstand, den man von C aus unter dem Winkel pCA sieht. DE sey das erhabene Vorderglas von der Brennweite Ca. In GH sey das gleichfalls erhabene Augenglas, dessen Brennweite Va ist, so gestellt, daß die Axen beider Gläser Ca, Va in einer geraden Linie liegen, und die Brennpuncte beider bey a zusammenfallen. Von dem Puncte A fallen unzählbare parallele Strahlen auf DE, von denen die Figur drey mit schwarzen Linien angiebt; von dem Puncte B kommen ebenfalls unzählbare auf DE, alle mit pC parallel; drey davon giebt die Figur mit punctirten Linien an. Das Vorderglas sammelt die zusammengehörigen Strahlen in seinem Brennraume, die von A bey a, die von B bey b, welcher letztere Punct dadurch bestimmt wird, daß man den Strahl pC, der auf die Mitte des Glases fällt, (nach dem Satze IV. §. 22.) ungebrochen bis unter a fortzieht. So entwirft sich in ab ein umgekehrtes Bild des Gegenstandes AB. In den Puncten dieses Bildes kreuzen sich die zusammengehörigen Strahlen, und gehen immer noch in geraden Linien bis zum Augenglase fort.

Auf dieses fallen sie als Strahlen, die aus Puncten seines Brennraums ab kommen, müssen also (nach III. §. 22.) hinter dem Augenglase wieder parallel werden. Der Strahl aV geht ungebrochen hindurch nach O; man hat also die Wege der mit schwarzen Linien angedeuteten Strahlen, wenn man sie vom Augenglase an parallel mit VO fortzieht. Für die punctirten Strahlen, die alle

alle aus b kommen, kann man so schließen: Wäre unter ihnen einer, der auf die Mitte des Glases fiele, wie bV, so würde dieser (nach IV. §. 22.) ungebrochen in eben der Richtung fortgehen, und alle übrige würden mit ihm parallel laufen. Nun kann doch der Umstand, daß der Strahl bV hier nicht wirklich vorhanden ist, in der Richtung der übrigen nichts ändern; sie laufen also, nach der Brechung, mit der Linie bV parallel.

Befindet sich nun in O ein Auge, das einen Punct deutlich sieht, wenn von ihm parallele Strahlen auf den Augenstern fallen, so wird dasselbe von A sowohl, als von B und den zwischenliegenden Puncten Strahlencylinder auffassen, die aus parallelen Strahlen bestehen, es wird also den Gegenstand deutlich sehen.

Weil es den Strahl von A nach der Richtung VO, den von B nach der Richtung βO erhält, so wird es die Seite B des Gegenstandes nach β zu, d. h. den Gegenstand selbst umgekehrt erblicken.

Weil es endlich den Gegenstand unter dem Winkel βOA sieht, welcher, als innerer Winkel, an den Parallelen dem äußeren bVa gleich ist, da es ihn ohne Fernrohr, und von C aus, unter dem Winkel pCA, welcher seinem Scheitelwinkel bCa gleich ist, würde gesehen haben; so muß ihm der Gegenstand so vielmal vergrößert erscheinen, wie vielmal der Winkel bVa größer als der bCa ist; oder weil diese kleinen Winkel sich nahe wie ihre Tangenten $\frac{ab}{Va}$, $\frac{ab}{Ca}$, d. i. wie Ca zu Va, verhalten, wie vielmal Ca, die Brennweite des Vorderglases, größer als Va, die Brennweite des Augenglases, ist. Der Exponent dieses Verhältnisses, der die Vergrößerung ausdruckt, ist also auch

bey diesem Fernrohre dem Quotienten der Brennweiten gleich, oder $= \frac{F}{f}$, wenn man des Vorderglases Brennweite F, und die des Augenglases f nennt.

Die Länge des Fernrohrs CV ist $= Ca + Va = F + f$, oder die Summe beider Brennweiten.

Der vortheilhafteste Ort für das Auge O ist derjenige, wo $OV = f + \frac{f^2}{F}$. Denn weil von jedem Puncte der Sache unzählig viele Strahlen ausgehen, so kann man annehmen, daß von jedem einer durch den Mittelpunct des Vorderglases C und also ungebrochen durchgehe. Wo diese Strahlen, dergleichen hier pCb einer ist, durch das Augenglas mit der Axe vereinigt werden, da ist der vortheilhafteste Ort, das Auge zu stellen. Hier nemlich käme von jedem Puncte des Gegenstandes ein Strahl hin, wenn auch die Oeffnung des Vorderglases nur ein Punct wäre. Es ist aber, wie die Dioptrik beweist, bey einem Glase, GH, dessen Brennweite f ist, für Strahlen, die aus C, oder aus der Entfernung CV herkommen, die Vereinigungsweite $= \frac{CV.f}{CV - f}$. Weil nun $CV = F + f$ ist, wird $OV = \frac{(F+f)f}{F+f-f} = \frac{Ff + f^2}{F} = f + \frac{f^2}{F}$. Ist z. B. F = 2 Schuh, f = 3 Zoll, so wird $OV = 3 + \frac{9}{24} = 3\frac{3}{8}$ Zoll. Man setzt daher das Augenglas $3\frac{3}{8}$ Zoll tief in die vorderste Röhre hinein, damit das Auge, an die Oeffnung der Röhre gehalten, gleich in die vortheilhafteste Stelle komme.

§. 25.

§. 25. Außer der Vergrößerung beruhet die Vollkommenheit eines Fernrohrs auch noch auf der Deutlichkeit, Helligkeit, und Größe des Gesichtsfeldes.

Zu einem deutlichen Bilde wird erfordert, daß alles aus einem Puncte des Gegenstands gekommene Licht wieder in einem Puncte vereiniget werde. Nun finden sich aber bey den bisher betrachteten Fernröhren, wenn man ihnen auch sonst die beste Einrichtung giebt, zwey Mängel, die die Erfüllung dieser Bedingung in der Ausübung immer unmöglich machen. Weil nun um dieser Mängel willen das, was die Ausübung wirklich ergiebt, von dem, was sie nach der Theorie ergeben sollte, immer mehr oder weniger unterschieden seyn, oder abweichen muß, so hat man diese Mängel selbst Abweichungen genannt. Man hat also bey den bisher betrachteten Fernröhren immer gegen zweyerley Abweichungen, als eben so viele Ursachen der Undeutlichkeit, zu kämpfen.

Die eine, die Abweichung wegen der Gestalt der Gläser, entsteht daher, weil eine Glaslinse, deren Oberflächen eine sphärische Krümmung haben, die aus einem Puncte des Gegenstands kommenden Lichtstrahlen nie wieder völlig in einen Punct vereinigt. Doch vereinigen sich diejenigen Strahlen, welche mehr bey der Axe, oder um die Mitte des Glases einfallen, in einem sehr engen Raume, und für sie ist also diese Abweichung geringer, als für die weiter von der Axe ab, und gegen den Rand zu einfallenden Strahlen. Man kann daher die Wirkungen dieser Abweichung so sehr vermindern, daß der noch übrig bleibende Fehler für unbeträchtlich anzusehen ist, wenn man den Rand der Gläser mit einem schwarz gefärbten Ringe von Pappe, Holz oder Blech, welcher die Blendung genannt wird,

 be-

bedeckt. Die Oeffnung in dessen Mitte, durch welche das Licht wirklich einfällt, heißt die Apertur.

Die andere, die Abweichung wegen der verschiedenen Brechbarkeit der Lichtstrahlen, oder wegen der Farbenzerstreuung, rührt daher, daß die Lichtstrahlen bey der Brechung zertheilt, und in Strahlen von verschiedenen Farben zerstreut werden, deren einige eine stärkere, andere eine geringere Brechung leiden. Daher werden unter den von einem Puncte ausgehenden Strahlen einige näher, andere weiter hinter dem Glase vereinigt, und es entstehen so viele Bilder des Gegenstandes, als das Licht Farben enthält. Das von den blauen oder violetten Strahlen entstandene Bild steht dem Glase am nächsten, wie bey B (T. III. F. 3.), das von den rothen Strahlen gebildete am weitesten bey R. Beider Abstand BR beträgt, wenn die Strahlen nahe bey der Axe DC einfallen, ohngefähr $\frac{1}{38}$ von BC, sonst noch mehr. Da sich nun die von einem Puncte kommenden Strahlen auf die in der Figur vorgestellte Art durchkreuzen, so kann weder in B oder R selbst, noch irgendwo zwischen diesen Puncten, ein deutliches Bild des strahlenden Puncts entstehen. In B z. B. wird das deutliche Bild, welches die blauen Strahlen machen, mit Lichte von andern Farben, und am Rande mit rothem Lichte aus eben dem Puncte des Gegenstands umgeben seyn, daher diese Abweichung dem Bilde zugleich falsche Farben und farbigte Ränder giebt.

Newton, der diese Abweichung entdeckte, fand, daß sie bey den gewöhnlichen Fernröhren auf die Undeutlichkeit des Bildes 5000mal stärker wirke, als die Abweichung wegen der Gestalt des Glases, daß sie also das vornehmste Hinderniß ausmache, welches der Vollkommenheit der Fernröhre im Wege stehe.

Die Helligkeit oder Stärke des Lichts, womit ein Fernrohr die Gegenstände darstellt, verhält sich wie die Menge von Strahlen, die von jedem Theile der Sache ins Auge kommen, dividirt durch den Raum, durch den sie sich verbreiten. Nun verhält sich die Menge der Strahlen wie die Oeffnung des Vorderglases, oder, wenn b den Durchmesser dieser Oeffnung bedeutet, wie b^2, der Raum, durch den sie sich verbreiten, wie das Quadrat der Vergrößerung, oder wie $\frac{F^2}{f^2}$, mithin die Helligkeit wie $\frac{b^2 f^2}{F^2}$. Man kann also die Helligkeit wirklich durch eine Zahl ausdrücken, welche man erhält, wenn man das Quadrat der Oeffnung des Vorderglases mit dem Quadrate der Brennweite des Augenglases multiplicirt, und das Product durch das Quadrat der Brennweite des Vorderglases dividirt.

Ohne der Deutlichkeit zu schaden, kann man dem Fernrohre dadurch eine größere Helligkeit geben, daß man dem Vorderglase, oder dem Augenglase, oder beiden zugleich, ein Collectivglas beysetzt. Auch wird dadurch das Fernrohr etwas kürzer; dafür geht aber an der Vergrößerung etwas verlohren, an welcher jedoch in vielen Fällen nicht so viel, als an der Helligkeit, gelegen ist.

Die Größe des Gesichtsfeldes, oder des kreisrunden Raums, den man durch das Fernrohr übersieht, läßt sich so bestimmen. Wenn HO (T. III. F. 2.) der äußerste Strahl ist, der vom Augenglase nach O kommen kann, so übersieht man rings um das Mittel einen Winkel = VOH, dessen natürliche Größe ohne Fernrohr = pCA = VCH ist. Das ist eben der Winkel, unter welchem der Halbmesser des Augenglases VH in die Augen fallen würde, wenn man ihn vom Vor-

derglase C aus betrachtete. Nennt man diesen Halbmesser $VH = r$, so ist des Winkels VCH Tangente $= \frac{r}{CV} = \frac{r}{F+f}$, woraus sich der Winkel selbst, oder der Halbmesser des Gesichtsfeldes, mit Hülfe der trigonometrischen Tafeln findet. Ist das Augenglas zum Theil bedeckt, so ist für r der Halbmesser der Oeffnung anzunehmen. Wäre $r = \frac{1}{4}$ Zoll, $F = 2$ Schuh, $f = 3$ Zoll, so würde Tg. $VCH = \frac{1}{4} : 27 = \frac{1}{108} = 0{,}0092592$, also der Halbmesser des Gesichtsfeldes $= 31\frac{1}{3}$ Min. seyn.

Man sieht nun leicht, daß desto mehr Undeutlichkeit vermieden werde, je kleiner die Apertur ist, daß hingegen eine größere Apertur des Objectivglases dem Bilde mehr Helligkeit gebe, weil sie aus jedem Puncte des betrachteten Gegenstandes mehr Lichtstrahlen einfallen läßt, welche auf der Netzhaut des Auges vereinigt, einen lebhafteren Eindruck machen, daher das Auge jeden Punct des Gegenstandes stärker empfindet, d. h. ein lebhafteres und helleres Bild siehet, als bey einer geringeren Oeffnung. Es ist daher ein großer Vorzug der dioptrischen Werkzeuge, wenn sie eine weite Oeffnung vertragen, d. i. wenn man auch die in einiger Entfernung von der Axe einfallenden Strahlen durchlassen darf, ohne daß dadurch die Abweichungen zu sehr vergrößert, und die Bilder undeutlich werden.

Die Deutlichkeit aber, oder vielmehr der Grad der Undeutlichkeit, womit die Puncte wegen der Farbenverbreitung dargestellt werden, verhält sich wie die Fläche des kleinen Kreises, durch welchen sich das Bild eines Puncts, das eigentlich wieder ein Punct seyn sollte, im Auge ausbreitet, oder wie das Quadrat des Durchmessers von diesem

sem Kreise. Nun verhält sich im Bilde ab der Durchmesser des Kreises, durch welchen sich z. B. das Bild des Puncts a verbreitet, wie der Durchmesser der Oeffnung des Vorderglases, oder wie b, und erscheint dem Auge, das ihn durchs Augenglas betrachtet, in dem Verhältnisse größer, in welchem die Brennweite f kleiner ist. Das heißt, der Durchmesser des kleinen Kreises im Auge verhält sich wie $\frac{b}{f}$, mithin ist die Undeutlichkeit, oder das Quadrat dieses Durchmessers, $= \frac{b^2}{f^2}$. Sollen also zwey Fernröhre eine gleiche Helligkeit und gleiche Deutlichkeit, oder, was hier einerley ist, gleiche Undeutlichkeit geben, so müssen die Ausdrücke $\frac{b^2 f^2}{F^2}$ und $\frac{b^2}{f^2}$, mithin auch ihre Quadratwurzeln, $\frac{bf}{F}$ und $\frac{b}{f}$ in dem einen eben so groß, als in dem andern seyn; oder die Verhältnisse bf : F und b : f müssen für gleichgute Fernröhre immer dieselbigen bleiben. Hieraus folgt aber, daß das aus beiden zusammengesetzte Verhältniß $b^2 f : fF$ oder $b^2 : F$ in allen gleichguten Fernröhren immer eben dasselbe bleiben müsse.

Dies heißt mit andern Worten: Die Quadratzahl des Durchmessers der Apertur muß sich wie die Brennweite des Objectivglases, oder der Durchmesser der Apertur muß sich wie die Quadratwurzel aus der Brennweite des Objectivglases verhalten. Auch muß b : f immer einerley bleiben, oder der Durchmesser der Apertur muß sich wie die Brennweite des Augenglases verhalten.

Nun fand Huygens, dem man diese ganze Theorie zu danken hat, durch die Erfahrung ein Fernrohr gut, an welchem F = 360; f = 3, 3; b = 3 rheinländische Zolle war. Dies gab $\frac{b^2}{F} = \frac{9}{360} = \frac{1}{40}$; $\frac{b}{f} = \frac{3}{3,3} = \frac{10}{11}$. Eben so groß mußten nun diese Ausdrücke auch für andere gute Fernröhre bleiben. Aber aus $\frac{b^2}{F} = \frac{1}{40}$ folgt $b = \sqrt{\frac{1}{40} F}$; und aus $\frac{b}{f} = \frac{10}{11}$ hat man $f = \frac{11}{10} b$. Dies giebt also folgende Regel: Die in rheinländischen Zollen ausgedrückte Brennweite des Objectivglases dividire man durch 40, und ziehe aus dem Quotienten die Quadratwurzel, so hat man den Durchmesser der Apertur; zu diesem addire man noch seinen zehnten Theil, so erhält man die Brennweite des zugehörigen Augenglases, alles in rheinl. Zollen. Der Quotient beider Brennweiten giebt die Vergrößerung.

Es sey z. B. des Objectivglases Brennweite 13 Schuh 4 Zolle = 160 Zoll, so giebt sie durch 40 dividirt, den Quotienten 4, dessen Quadratwurzel 2 Zoll der Durchmesser der Apertur ist, und um seinen zehnten Theil vergrößert, die Brennweite des Augenglases $2\frac{2}{10}$ Zoll giebt. Der Quotient von 160 durch $2\frac{2}{10}$ giebt die Vergrößerung $72\frac{8}{11}$ mal.

Nach dieser Regel berechnete Huygens eine Tafel für die Verfertigung astronomischer Fernröhre, von welcher das folgende Fragment für die Anwendung zureichend seyn wird.

Brenn-

Brennweite des Objectivglases.	Durchmesser der Apertur.	Brennweite des Augenglases.	Vergrößerung.
rheinländ. Schuhe	Zolle	Zolle	
1	0,55	0,61	20mal
2	0,77	0,85	28 —
3	0,95	1,05	35 —
4	1,09	1,20	40 —
5	1,23	1,35	44 —
6	1,34	1,47	49 —
7	1,45	1,60	53 —
8	1,55	1,71	56 —
9	1,64	1,80	60 —
10	1,73	1,91	63 —
15	2,12	2,27	79 —
20	2,45	2,58	93 —
25	2,74	2,84	104 —

Zugleich ergiebt sich hieraus, daß die Vergrößerung für jedes Fernrohr gewisse Gränzen habe; denn aus $b = \sqrt{\frac{1}{40}F}$ und $b = \frac{10}{11}f$ folgt, $F = \frac{4000}{121}f^2$, also $F^2 = \frac{4000}{121}Ff^2$, und $\frac{F^2}{f^2} = \frac{4000}{121}F$.

Nun ist $\frac{F^2}{f^2}$ das Quadrat der Vergrößerung, F aber die Brennweite des Vorderglases, oder die Länge des Fernrohrs (weil die geringe Brennweite des Augenglases dabey nicht in Betrachtung kommt). Folglich muß sich die Länge des Fernrohrs wie das Quadrat der Vergrößerung verhalten.

In Ansehung der Oeffnung ist zu bemerken, daß selbst einerley Glas verschiedene Aperturen erfordere, je nachdem der betrachtete Gegenstand mehr

mehr oder weniger Licht aussendet. So erfordern z. B. Venus und Jupiter eine geringere, Saturn und Mars eine größere Oeffnung. Daher giebt **Wolf** die Regel, Blendungen mit verschiedenen Aperturen vorräthig zu halten, und durch Probiren auszumachen, welche darunter für den Gegenstand, den man betrachten will, die schicklichste sey. Kleine Sternchen, besonders die Trabanten, zu beobachten, dienen am besten große Aperturen mit Augengläsern von großen Brennweiten, weil es dabey hauptsächlich auf die Helligkeit ankommt. Allzukleine Oeffnungen sind nie rathsam, weil bey ihnen die Bilder nicht allein matt, sondern auch undeutlich begränzt ausfallen.

§. 26. Diese Theorie des Fernrohrs setzt sehr entfernte Gegenstände und weitsichtige Augen voraus. Für nahe Gegenstände, von deren Puncten die Strahlen nicht mehr parallel auf das Vorderglas fallen, entwirft sich das Bild erst hinter ab (T. f.). Man muß also das Augenglas GH mehr als vorher von ab entfernen, damit das Bild in den Brennpunct desselben komme, oder: **Für nahe Gegenstände muß man das Fernrohr weiter ausziehen.**

Kurzsichtige Augen sehen nicht deutlich durch parallele, sondern durch divergirende Strahlen. Sollen aber die aus ab kommenden Strahlen hinter GH noch etwas divergent bleiben, so darf man nur das Glas GH näher an ab rücken. Daher **müssen kurzsichtige das Fernrohr mehr einstecken oder verkürzen, um dadurch deutlich zu sehen.** Eben dies gilt auch für das galileische Fernrohr.

§. 27. Aber auch der Weitsichtige kann mit Vortheil von der bisher beygebrachten Theorie des Sternrohrs abgehen, wenn es darauf ankommt, nicht sowohl eine starke Vergrößerung, als vielmehr

ein

ein großes Gesichtsfeld und viele Helligkeit zu erhalten, wie z. B. wenn man einen großen Theil eines Sternbilds auf einmal übersehen will, um Cometen oder kleine Sterne aufzusuchen. Diese Absicht erreicht man nemlich am besten, wenn man dem Vorderglase eine größere Oeffnung, als gewöhnlich, und dem Augenglase eine große Brennweite giebt. Sternröhre dieser Art heißen Nachtfernröhre, Sternsucher, Cometensucher.

Lambert (Beytr. z. Gebr. d. Math. Th. III. S. 204.) beschreibt ein solches, wobey das Objectiv 7 Zoll, das Augenglas 1 Zoll Brennweite hat, aber des Augenglases Oeffnung = 1 Zoll, die des Objectivs am Tage = 8, bey Nacht = 12 Linien im Durchmesser ist. Es fasset 6 bis 7 Grade am Himmel, und läßt bey hellen Nächten die Jupiterstrabanten sehen, ob es gleich nur 8 Zoll Länge hat. Durch zwey Oculare erhalten diese Fernröhre noch etwas mehr Vergrößerung.

§. 28. Die Gläser, durch die man, wenn sie in gehörige Verbindung gebracht worden, entfernte Gegenstände vergrößert und deutlich sieht, müssen an einerley Hauptaxe stehen, so daß diese auf den Flächen aller lothrecht ist, und müssen sich in dieser Lage zugleich nach jeder beliebigen Gegend bequem richten lassen. Beide Bedingungen können nicht wohl erfüllt werden, ohne die Gläser in ein Rohr einzuschließen; und da der Abstand des Augenglases vom Objectivglase für verschiedene Augen und Entfernungen muß verändert werden können, so sind wenigstens zwey in einander gehende Röhren nöthig. Die bequemste Form für diese ist die cylindrische, weil cylindrische Röhren zu den runden Gläsern am besten passen, den kleinsten Raum einnehmen, und sich in einander nicht nur verschieben, sondern auch drehen lassen. In Ansehung

der Materie der Röhren hat man hauptsächlich auf die zwey Erfordernisse zu sehen, daß sie nemlich dauerhaft seyn und gerade bleiben sollen. Gut geleimtes Papier, besonders wenn es zuletzt mit Pergament überzogen wird, giebt gute in einander gehende Röhren. Die äußeren werden alsdann noch mit Leder oder Fischhaut überzogen. Grössere gleichweite werden am besten aus Messing, verzinntem Bleche oder hartem Holze gemacht: die einzelnen Stücke derselben werden durch Schrauben, oder durch äußere Ringe, die man um sie her legt, oder durch kürzere Röhren, die über die zusammenstoßenden Enden zweyer Stücke hineingestreift werden, und an beiden Stücken dicht anschließen, zusammen verbunden. Lange Röhren von Holz brauchen eben nicht ganz rund zu seyn, sondern sie können auch viereckigt, oder achteckigt seyn; nur müssen sie alsdann an beiden Enden mit einem runden Futter versehen werden, um die beiden äußersten Rohrstücke aufzunehmen. Man macht die Röhren inwendig schwarz, oder wenigstens dunkel, aber ja nicht glänzend. Daher ist es auch besser, wenn von den in einander geschobenen Röhren die kleinere nicht auf der ganzen inneren Fläche der größeren läuft, sondern nur auf drey hervorstehenden schmalen Streifen, oder Leistchen. Am besten läßt man sie auf Federn laufen, die auf der einen Seite befestiget sind, und auf der andern spannen. Die Gläser werden besonders gefaßt, und die Fassung alsdann in das Rohr eingeschroben, damit man sie nach Belieben wieder herausnehmen und das Glas besonders verwahren kann. Zu den Fassungen sind Holz, besonders hartes, und Bein, brauchbar, Horn taugt wegen seiner Wandelbarkeit nichts; die tauglichste Materie aber ist Messing; nur muß es sorgfältig gearbeitet seyn, damit die Gläser nicht

da-

davon beschädiget werden. Man muß die Gläser bequem einlegen und herausnehmen können, auch müssen sie in ihren Lagern unverrückt liegen bleiben. Beides wird am besten dadurch erhalten, daß man die Fassung aus zwey Stücken zusammensetzt, deren eine mit einer Vertiefung, in welche das Glas willig einfällt, und mit einer Mutterschraube versehen wird, in welche die männliche Schraube des andern Stücks genau paßt, und solcher Gestalt das Glas in seiner Lage festhält. Man setzt gewöhnlich das Objectivglas in das weiteste, die Augengläser aber in das engste Rohr. Man könnte diese Ordnung auch umkehren, und würde dadurch auch gewisse Vortheile erhalten. In einem Falle wie im andern aber muß das Objectivrohr noch etwas weiter seyn, als die größte Oeffnung, deren das Objectiv fähig ist. Was von der Fassung einen Theil der innern Fläche des Rohrs ausmacht, muß, wie das Rohr, geschwärzt werden. Endlich hat man zu Fernröhren, die über drey Fuß lang sind, besondere Gestelle nöthig, um die Fernröhre zu regieren und in Ruhe zu erhalten. Die wichtigsten Erfordernisse eines tauglichen Gestells sind folgende: Es muß selbst ganz fest stehen, das Fernrohr völlig gerade halten, und so eingerichtet seyn, daß man das Fernrohr nicht nur unverrückt in Ruhe erhalten, sondern ihm auch eine dreyfache Bewegung leicht und sicher ertheilen kann, nemlich 1) die Bewegung in der Verticallinie nach der Höhe des Auges, 2) die Bewegung in der Verticalfläche nach der Höhe des Objects, 3) die Bewegung in der horizontalen Ebene nach dem Stande des Objects in Ansehung der Weltgegenden. Dabey soll es so leicht und einfach seyn, als die genannten Bedingungen verstatten.

Neuere Verbesserungen der Fernröhre.

§. 29. Wenige Gegenstände der Astronomie haben die scharfsinnigsten Geometer und Naturforscher auf der einen, und die geschicktesten Künstler auf der andern Seite so lange und mit einem für die ersteren so beschämenden Erfolge beschäfftigt, als die Verbesserung der Fernröhre wegen der gedoppelten Strahlenabweichung. Indem nemlich die ersteren die Gründe dieser Verbesserung durch die feinsten und tiefsinnigsten Theorien auseinander zu setzen suchten, um für die Anwendung brauchbare Regeln daraus abzuleiten, nahmen die letzteren ihren eigenen Gang, und leisteten, ohne von jenen Arbeiten Gebrauch zu machen, durch bloßes Probiren viel mehr, als die schärfste Theorie, bey einer billigen Rücksicht auf die Grenzen, die hier der Vollkommenheit der Ausübung durch die Natur der Sache nothwendigerweise gesetzt werden, von ihnen fordern konnte. Und wegen dieses Verfahrens wurden sie nicht nur durch den eben erwähnten Erfolg ihrer Bemühungen, sondern auch durch den Umstand gerechtfertiget, daß von den bisher erschienenen Theorien immer die früheren durch die späteren wieder umgestoßen wurden.

Zur Verbesserung der Objectivgläser schlug Robert Hook im J. 1662 in einem Briefe an Oldenburgh die Zusammensetzung derselben aus verschiedenen Materien vor. (S. Reichsanzeiger 1795. No. 14.) Nach ihm machte David Gregory (Catoptricae et Dioptricae Elementa, Oxon. 1697.) durch Untersuchungen über den Bau des menschlichen Auges, dessen drey verschiedene Flüssigkeiten auf der Netzhaut farbenlose Bilder hervorbringen, dazu veranlaßt, den nemlichen Vorschlag.

Vier Jahre später äußerte Newton in seiner Optik den Gedanken, wenn man die Objectivgläser aus zwey Linsen mit dazwischen gefülltem Wasser zusammensetzte, so würden die Brechungen in den hohlen Flächen der Gläser die Fehler der Brechungen in den erhabenen, wiefern solche von der sphärischen Gestalt der Gläser herrührten, sehr verbessern, und man würde auf solche Art sehr vollkommene Fernröhre verfertigen können, wenn nur die verschiedenen Arten der Lichtstrahlen nicht verschiedene Brechbarkeit hätten. (Optice lat. redd. Sam. Clarke ed. Lauf. et Genev. 1740. p. 72. 73. ed. Lond. p. 84.) Da er aber durch Versuche sich überzeugt zu haben glaubte, daß die verschiedenen bey der Brechung von einander gesonderten Farbenstrahlen von allen brechenden Mitteln nach einerley allgemeinem Verhältnisse zerstreut würden, und daß mithin mit der Brechung der mittleren Strahlen immer zugleich auch die der äußersten gegeben wäre, das brechende Mittel möchte seyn, welches man wollte, wovon die Unmöglichkeit, durch das Objectivglas eines Fernrohrs weißes Licht und ungefärbte Bilder zu erhalten, eine nothwendige Folge war, so gab er alle Hoffnung auf, die Fernröhre zu einem hinreichenden Grade der Vollkommenheit zu bringen, wofern man ihnen nicht eine Länge geben wollte, die sie unbrauchbar machen müßte.

Alle diese Vorschläge blieben daher unbeachtet und unbenutzt, bis Euler (Mem. de l'acad. roy. des sc. de Prusse 1747. p. 274.) Newtons Vorschlag, aber nicht, um die Abweichung wegen der Gestalt der Gläser, sondern um die Abweichung wegen der Farbenzerstreuung zu vermeiden, wiederholte. Er glaubte nemlich mit Gregory, die verschiedenen Feuchtigkeiten in unserm Auge wären

so geordnet, daß durch dieselben die Ausbreitung und Zerstreuung der Vereinigungspuncte gänzlich gehoben würde. Euler bestimmte nun durch Rechnung die Gestalten und Verhältnisse solcher aus Glase und Wasser zusammengesetzten Objectivgläser, aber die angestellten Proben stimmten nicht mit den Resultaten der Rechnung überein. Er fand daher bald einen Gegner an John Dollond, einem geschickten englischen Künstler, der diese Rechnungen sorgfältig durchging, aber sie falsch finden mußte, weil er sie nach Newtons Grundsätzen prüfte. Hierauf erweckte Klingenstierna durch eine geometrische Prüfung der Newtonischen Versuche (Schwedische Abhandlungen 1754. deutscher Uebers. S. 300.) bey Dollonden zuerst Verdacht gegen diese Versuche, und dann den Entschluß, durch eigene Versuche die Sache der Entscheidung näher zu bringen. Es gelang ihm auch bald durch einen Versuch, wobey die Farbenzerstreuungen einander aufhoben, obgleich die Brechungen verschieden waren, eine Brechung ohne Farben zu bewerkstelligen, also Newtons Behauptung, daß die Farbenzerstreuungen sich wie die Brechungen verhalten, zu widerlegen.

Dies hatte Dollond bey Brechungen durch Glas und Wasser wahrgenommen, er vermuthete daher, daß es auch bey Brechungen durch verschiedene Glasarten stattfinden würde. Der Erfolg bestätigte bald seine Vermuthung. Er fand nemlich, daß das englische Krystallglas oder Flintglas (von Flint, Kiesel,) die Farbe am stärksten, das Crownglas hingegen am wenigsten zerstreute, so daß die Farbenzerstreuungen beider Glasarten sich ohngefähr wie 3 zu 2 verhielten, ungeachtet die Brechungen beider fast gleich waren. Wenn er Prismen von diesen beiden Glasarten, welche die gehörigen Verhältnisse gegen einander hatten, dicht an einander

der

der legte, so erschienen ihm die Gegenstände durch dieselbigen ohne Farben, ungeachtet ihre scheinbaren Oerter sehr merklich verändert wurden.

Um diese Entdeckung zur Verbesserung der Fernröhre zu nützen, fing er nun an, Objectivgläser aus diesen beiden Glasarten zusammenzusetzen, welche das Licht ohne Farben brechen sollten. Damit die beiden verbundenen Gläser das Licht nach entgegengesetzten Seiten zerstreuen möchten, mußte das eine ein erhabenes, das andere ein Hohlglas seyn, und da die Strahlen sich wirklich in einen Punct der Axe vereinigen sollten, so mußte das erhabene die stärkste Brechung verursachen, und daher aus derjenigen Glasart verfertiget werden, welche bey stärkerer Brechung dennoch nur eine gleichgroße Farbenzerstreuung giebt, als das hohle bey einer kleineren Brechung, indem beider Gläser Farbenzerstreuungen einander aufheben, also gleichgroß seyn mußten. Das Hohlglas mußte also von Flintglase und das erhabene von Crownglase gemacht werden. Und nach diesen Gründen gelang es ihm endlich im Jahre 1755 Fernröhre zu Stande zu bringen, die in Absicht auf Oeffnung, Vergrößerung und Deutlichkeit die vollkommensten, die man bis dahin gehabt hatte, bey weitem übertrafen. Bey diesen waren die Objectivgläser doppelt, d. h. sie bestanden aus einem biconvexen Crownglase und einem biconcaven Flintglase. In der Folge suchte er die Verbesserung dieser Fernröhre durch dreyfache Objectivgläser, wobey ein biconcaves Flintglas zwischen zwey biconvexe Crowngläser gestellt wurde, noch weiter zu treiben. Von ihrer Eigenschaft, die Gegenstände ohne bunte Ränder und falsche Farben darzustellen, nannte sie der Erfinder achromatische, d. i. farbenlose. In der Verfertigung dieser vortrefflichen Werkzeuge übertraf der

jüngere Dollond bald seinen berühmten Vater, und wurde wieder von Ramsden übertroffen. Auch in Deutschland werden sie nun seit mehreren Jahren von den Herren Tiedemann in Stuttgart, Fraser in Darmstadt, Stolz und Breithaupt in Cassel, Herrn Secretär Schröder in Gotha, und Herrn Secretär Wümpf in Weilburg in einer Vollkommenheit, die der der englischen nichts nachgiebt, und um viel geringere Preise verfertiget.

§. 30. Durch diese Zusammensetzung der Objectivgläser glaubte Dollond die Abweichung wegen der verschiedenen Brechbarkeit der Strahlen gänzlich heben zu können. Ungeachtet nun darin der Erfolg seiner Hoffnung nicht so ganz entsprach, so gelang es ihm doch, den daher entstehenden Fehler durch dies Mittel so weit zu vermindern, daß er für kein merkliches Hinderniß der Deutlichkeit mehr angesehen werden konnte. Aber auf der andern Seite entstanden nun wegen der kleinen Durchmesser der Kugelflächen große Abweichungen von der Kugelgestalt, welche der Deutlichkeit des Bildes sehr nachtheilig waren. Da er indessen bedachte, daß die Flächen der kugelförmigen Gläser unzählige Veränderungen leiden können, ohne daß die gemeinschaftliche Brennweite dadurch verändert wird, und man es auf solche Art in seiner Gewalt hat, die Abweichungen wegen der Figur zu vermehren oder zu vermindern, so sahe er die Möglichkeit ein, die von der Kugelgestalt herrührenden Abweichungen zweyer Linsengläser gleich zu machen, und folglich bey einem hohlen und erhabenen Glase, wo die Strahlenbrechungen einander entgegengesetzt sind, es dahin zu bringen, daß solche einander aufheben. Auf ein anderes Mittel zur Verminderung der Abweichung wegen der Kugelgestalt führte ihn folgende Betrachtung: Wenn man den Sehewinkel in einem

Fern-

Fernrohre 20 Gr. groß verlangte, so müßten die vom Rande des Gesichtsfelds herkommenden Strahlen unter einem Winkel von 10 Gr. gebogen werden, wodurch, wenn man nur ein Augenglas braucht, eine Abweichung entsteht, die dem Cubus dieses Winkels proportional ist; wird aber die Brechung unter zwey Gläser gleich vertheilt, so wird die Abweichung sich wie der Cubus des halben Winkels, zweymal genommen, verhalten, oder nur den vierten Theil so groß seyn, als in jenem Falle; und wenn die Abweichung auf drey Gläser vertheilt wird, so wird sie nur den neunten Theil so groß bleiben, als vorhin u. s. w. Durch mehrere Augengläser kann also die nach dem Rande des Gesichtsfelds hin sich äußernde Undeutlichkeit, wenn nicht gänzlich gehoben, doch wenigstens sehr vermindert werden. Er verband daher mit den doppelten Objectivgläsern zwey, mit den dreyfachen bis auf fünf Augengläser, und sahe ganz den gewünschten Erfolg.

§. 31. Gleichwol hat die Unvollkommenheit der Glasarten indessen immer noch einen beträchtlichen Theil der Vortheile vernichtet, welche die dollondische Erfindung im ersten Anfange zu versprechen schien. Da die außer England lebenden Künstler statt des Crownglases ihre einheimischen Glasarten ganz gut gebrauchen konnten, so kommt hiebey fast alles auf die Güte des Flintglases an, welches man nur in englischen Glashütten in der erforderlichen Vollkommenheit finden konnte, und das jetzt selbst in England nicht mehr so gut, als ehedem, verfertiget werden soll. Darüber kann man sich auch gar nicht wundern, da man weiß, daß solches auf den englischen Glashütten nicht nach sichern Regeln gemacht wird, und nicht immer gleich gut ausfällt, ungeachtet dieselben Materialien

in demselben Verhältnisse genommen, in denselben Tiegeln, in denselben Oefen, mit demselben Grade der Hitze geschmolzen, und von denselben Arbeitern behandelt worden. Es sind einzelne Tiegel, in welchen man das zu Objectivgläsern taugliche Glas findet, das man alsdenn zu diesem Zwecke zurückleget. Die ganze Glasmasse in einem solchen Tiegel ist nicht von gleicher Güte, man muß sie daher in Stücke brechen und die besten von diesen auslesen. Die Tauglichkeit des Flintglases zu Fernröhren beruhet also offenbar nicht sowohl auf dem Verhältnisse der Ingredienzen der Masse, als vielmehr auf der vollkommenen Mischung derselben, welche hauptsächlich von den Umständen abhängt, unter welchen die Verglasung geschieht, welche aber die Arbeiter bisher noch nicht sicher in ihre Gewalt bekommen konnten. Der größte Mangel des Flintglases liegt in den Blasen und Streifen, wozu alle Arten der Krystallgläser vorzüglich geneigt sind, und welche, wegen ihrer größern Dichtigkeit, die Lichtstrahlen beym Durchgange in Unordnung bringen. Die Streifen bilden, wenn man den Schein eines Lichts durch das Glas auf Papier fallen läßt, helle Linien von dunkeln Rändern begrenzt, zum Beweise, daß sie die Strahlen mehr, als das übrige Glas zusammenlenken. Sie sind wellenförmig, und durchschneiden sich wie Netze in verschiedenen Richtungen. Sie rühren zwar zum Theile von einer unvollkommenen Schmelzung her, wovon die größten Chymisten gestehen, daß sie bey dem Zusatze metallischer Substanzen fast unvermeidlich sey. Ein anderer Theil derselben hat nach der Vermuthung des Herrn **Merklin** (Acta Acad. Caesar. Vol. IV. p. 507.) wahrscheinlich darin seinen Grund, daß man die Masse während des Zustands der Flüssigkeit nicht in Ruhe läßt. Diesem Fehler

ließe sich übrigens nach seinem Vorschlage dadurch abhelfen, daß man Stücke von solchem Glase, nachdem man ihnen eine gewisse Rundung gegeben, in eisernen mit Gießsande und Tripel gefüllten Formen unter einer Muffel in einem dazu besonders eingerichteten Ofen zum Schmelzen brächte, und unter sorgfältiger Verwahrung vor aller Erschütterung in dem Ofen selbst wieder abkühlen ließe. Da auf den englischen Glashütten das Glas in hohle Cylinder gerollt wird, aus welchen die dortigen Optiker die besten für sich aussuchen, hernach aber die übrigen Cylinder in ganze Massen mit unebenen Oberflächen zusammengeschmolzen werden, an welchen man die Blasen und Streifen vor der Bearbeitung nicht entdecken kann, und die auswärtigen Künstler das Glas fast nie anders, als in der letzten Gestalt erhalten können, so muß man sich in der That wundern, wie sie ihren Werkzeugen doch einen solchen Grad der Vollkommenheit zu geben im Stande waren.

§. 32. Die Bestandtheile des Flintglases und deren Verhältnisse haben schon lange aufgehört Geheimnisse zu seyn. Schon im Jahr 1763 machte Zeiher, nachmaliger Prof. der Math. zu Wittenberg, den Erfolg seiner Bemühungen, Compositionen von gleicher Wirkung ausfindig zu machen, öffentlich bekannt. (Abhandl. von denjenigen Glasarten, welche eine verschiedene Kraft, die Farben zu zerstreuen, besitzen. Petersburg. 4.) Er zeigte in dieser merkwürdigen Schrift, daß das Bley, welches man zu einigen Glasarten nimmt, dasjenige sey, was dem Glase die besondere Eigenschaft giebt, daß die Brechung der äußeren Strahlen sehr verschieden wird, ohne daß die Brechung der mittleren sich merklich ändert; daß die Farbenzerstreuung der Glasarten desto stärker werde, je mehr

Bleykalk man zu der Zusammensetzung derselben nehme, und daß ein Zusatz von Laugensalzen zu einem Gemenge von Bleykalk und Kiesel die Brechungskraft des Glases vermindere, ohne die Farbenzerstreuung im geringsten zu ändern. Er verfertigte auf diese Art ein Glas, welches das englische Flintglas in Absicht dieser Wirkungen zu Verbesserung der Fernröhre noch weit übertreffen mußte, weil es das Licht dreymal so stark, als das gemeine Glas zerstreuete, da doch das Verhältniß der mittleren Brechung nur etwas weniges mehr, als beym Flintglase betrug.

Durch die Vermischung von Mennige und Kiesel in verschiedenen Verhältnissen brachte er sechserley Arten Glas hervor, deren mittlere Brechungs- und Zerstreuungskraft in folgender Tafel angegeben sind.

Verhältniß der Mennige und des Kiesels.		Mittlere Brechung aus Luft in Glas.	Verhältniß der Zerstreuung in Vergleichung mit Crownglas.
I.	— 3 : 1	2028 : 1000	4800 : 1000
II.	— 2 : 1	1830 : 1000	3550 : 1000
III.	— 1 : 1	1787 : 1000	3259 : 1000
IV.	— $\frac{3}{4}$: 1	1732 : 1000	2207 : 1000
V.	— $\frac{1}{2}$: 1	1724 : 1000	1800 : 1000
VI.	— $\frac{1}{4}$: 1	1664 : 1000	1354 : 1000

Aus dieser Tafel sieht man, daß eine größere Menge Bley nicht allein eine größere Zerstreuung der Strahlen verursacht, sondern auch die mittlere Brechung beträchtlich vergrößert.

Zur Vergleichung der brechenden Kraft verschiedener Glasarten mit ihrer eigenthümlichen Schwere dient folgende aus Martins Versuchen (New Elements of Opticks p. 69.) gezogene Tafel.

Die

Die eigenthümliche Schwere

des Regenwassers zu der	des weißen Flintglases	ist wie	1 zu 3, 29
	des gemeinen Tafelglases		1 : 2, 76
	des Crownglases		1 : 2, 52
	des gelben Tafelglases		1 : 2, 52

Man sieht daraus, daß die brechenden Kräfte dieser Glasarten sich sehr nahe wie ihre eigenthümlichen Schweren verhalten.

§. 33. Inzwischen haben diese wichtigen Entdeckungen den Künstlern bis jetzt noch wenig Vortheil

theil verschafft, theils weil es bey uns schwer ist, solche ungewöhnliche Glascompositionen nach den gehörigen Verhältnissen auf den Glashütten zu erhalten, theils weil die Hauptsache auf Vermeidung der Blasen und Streifen ankommt, welche dergleichen aus Materien von sehr verschiedener Dichtigkeit zusammengesetzte Glasarten noch weit häufiger, als das gewöhnliche Glas annehmen.

Man hat seitdem auch in Deutschland Versuche dieser Art gemacht, die zwar anfangs schöne Hoffnungen erweckten, in der Folge aber doch, theils aus Mangel an Unterstützung, theils aus andern, blos zufälligen und localen, Ursachen, fruchtlos blieben. So meldete z. B. der seitdem verstorbene Commissär Amelung auf der Glashütte zum Grünen Plan im Braunschweigischen, (Crells Chem. Ann. 1788. 6 St. S. 524. f.) es sey ihm endlich geglückt, ein schweres Glas zu Telescopen zu verfertigen, dessen specifische Schwere 387 sey, da das englische Flintglas nur 317 und das Crownglas 245 habe. Zugleich versprach er, eine durch Wasser zu treibende Glasschleiferey anzulegen, und darauf sowohl Bley- als Crownglas aus dem Groben schleifen zu lassen, damit es hernach jeder weiter bereiten könne.

Auch Herrn Tiedemann gelang es, (Reichsanzeiger 1795. No. 73.) von einer Glashütte zu Schröck am Rheine nach seiner Anweisung verfertigtes Flintglas zu erhalten, das dem englischen an Vollkommenheit gleich war. Allein die Hütte ging wegen des Kriegs bald ein, und zu eigenen Versuchen fehlte es ihm hauptsächlich an Zeit. Endlich hat ganz neuerlich die Fürstl. Hessische Spiegel-Manufactur zu Schwarzenfels am letztangeführten Orte bekanntgemacht, daß von ihr sowohl hellgrünliches, als weißes Glas, das ver-

schie-

schiedene Mechaniker zu optischen Gläsern brauchbar befunden hätten, für billige Preise zu erhalten sey.

§. 34. Was die Zusammensetzung des Flintglases betrifft, so besteht diejenige, deren die Engländer sich bedienen, nach Scheffers Berichte, (Chemische Vorlesungen, Greifswald 1779. §. 176. d.) aus 24 Theilen Kiesel, 7 Theilen Bleykalk und 1 Theil Salpeter. Er glaubt, es sey dabey des Bleykalks zu viel, und dies verursache die Streifen. Dagegen meldet Büffon, (Suppl. à l'hist. nat. T. II. Paris 1774. 12. p. 284.) er habe aus 1 Pfund des weißesten Sandes, 1 Pfund Bleykalk, ½ Pfund Potasche, und 1 Loth Salpeter ein sehr vortreffliches Glas dieser Art verfertiget. Endlich giebt Herr Hochheimer (Allgem. öcon. chem. technol. Haus- und Kunstbuch, Leipzig 1794. 8. S. 172.) die Zusammensetzung des Flintglases als die vollkommenste an, wobey zu 120 Pf. weißen Sandes 50 Pf. Mennige, 40 Pf. der besten Potasche, 20 Pf. Salpeter und 5 Unzen Braunstein genommen werden. Durch einen Zusatz von Arsenik wird diese Composition schneller flüssig.

§. 35. Was das Verfahren betrifft, dessen die englischen Optiker bey der Verfertigung und Zusammensetzung ihrer achromatischen Objectivgläser sich bedienen, so weiß man aus sicheren Nachrichten, (Bernoulli Lettres astron. Berlin 1771. L. V. vgl. Reichsanzeiger 1794. No. 152.) daß sie dabey alles durch practische Vortheile, Handgriffe, und vielfältiges Probiren ausrichten.

Sie schleifen nemlich eine große Menge Linsen von beiderley Glasarten auf Gerathewohl, und combiniren diese so lange verschiedentlich, bis sie eine Zusammensetzung finden, die im verfinsterten Zim-

Zimmer ein scharf begrenztes farbenloses Bild giebt. Den gehörigen Fleiß im Schleifen, und die nöthige Vorsicht in der Wahl des Glases vorausgesetzt, beruhet also dabey alles übrige auf Uebung und einem gewissen mechanischen Geschicke, die tauglichste Zusammenstellung der schicklichen Gläser bald zu finden.

Und eben darin besteht auch das ganze Geheimniß der deutschen Künstler.

Mit mathematischen Theorien allein reicht man hier nicht aus, theils wegen der großen Verschiedenheit der Glasmassen, theils wegen der Unzulänglichkeit der Bestimmungsstücke der Rechnungen, die aus den Versuchen mit Prismen hergeleitet werden, welche zur Untersuchung der Eigenschaften der verschiedenen strahlenbrechenden Mittel bey weitem nicht so geschickt sind, als gutgerathene Objectivgläser von starker Vergrößerung.

§. 36. Indessen ist die Theorie der achromatischen Fernröhre, wie, außer ihr, kaum noch eine oder die andere mathematische Theorie, bereits ein halbes Jahrhundert hindurch von den größten Analysten bearbeitet worden, ohne jedoch ganz ins Reine gebracht zu seyn. So tief liegen oft die Schlupfwinkel verborgen, in welche die Natur sich vor dem Blicke des Forschers zurückzieht! Eulers Bemühungen in dieser Sache sind vom Jahre 1747 an zu rechnen. (M. s. Mem. de l'Acad. de Prusse.) Gleich, nachdem Dollonds obenerzählte Entdeckungen bekannt geworden waren, unternahm Clairaut die Berechnung achromatischer Fernröhre. (Mem. de l'Acad. Roy. Franc. 1756. 1757.) Aber seine Formeln sind zu ungeschmeidig, die Näherungen zu unsicher, und seine Berechnung der dreyfachen Objective ist fehlerhaft.

Im

Im Jahr 1762 erhielt Klingenstierna durch seine Abhandlung: Tentamen de definiendis et corrigendis aberrationibus radiorum luminis Petrop. den von der Petersburger Academie auf die beste Erörterung der Frage: Wie die Abweichungen der Strahlen möglichst vermieden werden könnten? ausgesetzten Preis. D'Alembert widmete den ganzen dritten Band seiner kleinen mathematischen Werke der Dioptrik; aber seine Rechnungen sind sehr weitläufig, verworren, und zur Ausübung ganz ungeschickt. Boscowichs Bemühungen (Abhandlung von den verbesserten dioptrischen Fernröhren rc. rc. übersetzt von C. S. (Carl Scherfer) Wien 1765. 8. und Dissertationes quinque ad Dioptricam pertinentes. Vindob. 1767. 4.) wurden mehr durch seine schönen Versuche und Beobachtungen, als durch seine Berechnungen nützlich, weil er sich in den letzteren zu nahe an Clairaut hielt. Endlich erschien in den Jahren 1769 bis 1771 Eulers großes Werk (Dioptrica, Petrop. T. I—III. 4.), das alle früheren Werke über denselben Gegenstand in jeder Hinsicht unvergleichbar übertraf.

Im Jahr 1772 erhielt Herrn Hennerts Schrift über die vollkommenste Einrichtung der Fernröhre von der Königl. Preußischen Academie den Preis.

Aus dem Eulerischen Werke lieferte Herr Klügel einen freyen Auszug nach einem ganz veränderten, mehr zum Vortheile der Anfänger und Liebhaber der Mathematik eingerichteten Plane, denen er auch durch Einschaltungen, wo Vollständigkeit und Deutlichkeit solche forderten, und durch eine Menge kleiner Erläuterungen so viele Erleichterung zu schaffen suchte, als die Natur der Sache er-

erlaubte. (Analytische Dioptrik, Leipzig 1778. 4.) Auch für unmathematische Künstler sorgte Herr Klügel durch eine Uebersetzung der 1774 von Herrn Fuß zu Petersburg verfaßten Instruction detaillée pour porter les lunettes de toutes les differentes especes au plus haut degré de perfection, unter dem Titel: Umständliche Anweisung, wie alle Arten von Fernröhren in der größten möglichen Vollkommenheit zu verfertigen sind ꝛc. ꝛc. Leipzig 1778. 4.

§. 37. Seitdem glaubte man ziemlich allgemein, daß diese Materie völlig erschöpft, und darüber nichts vollkommneres mehr zu erwarten sey, wie auch noch neuerlich im Reichsanzeiger 1795. No. 4. geäußert wurde. Desto rühmlicher ist es für Herrn Klügel, daß er vor kurzem selbst auftrat, und in einer an die königliche Societät zu Göttingen eingesandten Abhandlung (Nova constructio lentis objectivae duplicatae ab aberratione radiorum prorsus liberae) die Fehler sowohl seiner eigenen früheren, als der Eulerischen Lehren von der Construction der zusammengesetzten Objective aufdeckte, und zu verbessern bemühet war.

Ein vollkommenes doppeltes Objectiv zu finden, giebt Herr Klügel daselbst folgende Vorschriften: 1) Die Halbmesser des erhabenen Theils sollen sich so verhalten, daß die Neigungswinkel der Strahlen beym Einfallen und Ausfahren beynahe gleich sind. 2) Für das Hohlglas soll der Halbmesser der Vorderfläche so genommen werden, daß in diesem Glase die Aberration wegen der Figur die Aberration aufhebt, die von dem Vorderglase herrührte. 3) Des Hohlglases Hinterfläche soll einen Halbmesser bekommen, vermöge dessen die

Zer-

Zerstreuung aller Farbenstrahlen aufgehoben, oder doch so klein, als möglich, gemacht wird. 4) Die Brennweite der vordern Linse drücke man durch eine Zahl aus, z. B. 10000; die Längeneinheit, auf welche diese Zahl sich bezieht, bleibt unbestimmt. 5) Nach vollführter Rechnung werden alle Maaße mit der Brennweite des doppelten Objectivs verglichen, die man für die Einheit annimmt, oder durch eine bequeme Zahl ausdrückt.

Für das Verhältniß der Brechung und Zerstreuung wird das von Beguelin (Mem. de l'Acad. de Pr. 1762.) gefundene angenommen. Nach diesen Voraussetzungen hat Herr Klügel durch Rechnung gefunden, daß, wenn des doppelten Objectivs Brennweite für die mittleren Strahlen von des Hohlglases hinterer Seite an 10000 gesetzt wird,

	für das Conv.glas	für das Hohlglas
die Brennweite — —	3123	4397
der Halbmesser der Vorderfläche	2168	4606
der Halbmesser der Hinterfläche	7092	5740
die Dicke — —	79	31

der innern Flächen beider Theile Zwischenraum = 31, der Oeffnung Durchmesser = 937 seyn müsse.

Diese Construction dient noch, wenn auch die Verhältnisse der Brechung und Zerstreuung von den angenommenen etwas unterschieden wären. Wäre aber dieser Unterschied zu groß, so könnte man durch Aenderung des Abstands der Linsen helfen. Noch macht Herr Klügel Hoffnung, auch die Construction des dreyfachen Objectivs zu geben, glaubt aber, man könne solches leicht entbehren.

Die

Die Zusammensetzung ist unsicher, Abweichungen in der Beschaffenheit der Glasarten und der Ausarbeitung haben bey drey Linsen beträchtlichere Folgen, als bey zweyen, auch schadet die dritte der Helligkeit. Man braucht drey Linsen, um größere Brennweiten zu bekommen, und die Aberration wegen der Gestalt zu vermindern. Nun hat Herr Klügel schon in seiner Construction alle Undeutlichkeit aufgehoben, und so hat es nicht viel zu bedeuten, wenn auch der Halbmesser der Vorderfläche des vorderen Converglases nicht unbeträchtlich von seiner Brennweite unterschieden wäre. Im dreyfachen Objective fällt eine größere Aberration auf das Hohlglas, so muß man auch dem vordern Glase eine größere geben, und die Halbmesser der Flächen der Gleichheit näher bringen. Will man bey Herrn Klügels doppeltem Objective größere Aberration bey der Vorderfläche des Hohlglases gestatten, so läßt sich eben das erhalten. Der eigentliche Vorzug des dreyfachen ist, den farbigten Rand aufzuheben, welches sich mit einem einzigen Hohlglase nach dem ersten nicht wohl thun läßt. (Götting. gel. Anz. 1796. 47 St.)

§. 38. Auch der Weg der Experimentaluntersuchung über diesen wichtigen Gegenstand nahm vor einigen Jahren eine ganz neue Richtung. Der schottische Arzt Robert Blair machte nemlich im Jahr 1792 in den philosophischen Transactionen der königlichen Societät der Wissenschaften zu Edinburgh (Experiments and Observations on the unequal Refrangibility of Light by Robert Blair M. D.) seine merkwürdige Entdeckung der besondern Eigenschaften zur Verbesserung der Farbenbrechung bekannt, die er an der kochsalzsauren Luft, und an den metallischen Solutionen wahrgenom-

genommen hatte. Er füllte nemlich ein aus zwey Gläsern zusammengesetztes Objectivglas mit butyrum antimonii, und in dem Maaße, als er das Verhältniß des salzsauren Gas vermehrte, wurden die grünen und purpurrothen Farbenkreise immer schmäler, bis sie endlich ganz verschwanden. Wurde mit diesem Zusatze weiter fortgefahren, so erschienen die Farben wieder, aber in einer umgekehrten Ordnung. Dasselbe versuchte er mit einer Auflösung von rohem Ammoniaksalze und sublimirtem Quecksilber. Wenn nun diese Solution in dem Objective eine Proportion von beiden Substanzen hat, so gehen alle Strahlen gleich gebrochen durch dieses also componirte Objectivglas, und vereinigen sich in einem einzigen gemeinschaftlichen Brennpuncte. Es werden jetzo in England Versuche mit solchen neuen Telescopen gemacht, die der Erfinder aplanatische (abirrungsfreye) nennt. (Reichs-Anzeiger 1794. No. 152. 1795. No. 14.)

§. 39. Um es begreiflich zu machen, wie durch ein zusammengesetztes Objectivglas die Farbenzerstreuung gehoben werde, haben wir noch einige dioptrische Sätze nöthig.

Es sey das Brechungsverhältniß aus Luft in Glas 1:m, das Linsenglas auf beiden Seiten erhaben und der Halbmesser der Vorderfläche r, der Hinterfläche x, die Brennweite, oder die Entfernung des Vereinigungspuncts paralleler Strahlen f, so ist, wie die Dioptrik beweist,

$$\text{I. } f = \frac{m r x}{(1-m)(r+x)}.$$

Die Entfernung eines leuchtenden Puncts in der Axe vom Glase sey a, die Entfernung des Vereinigungspuncts der von ihm auf das Glas fallenden Strahlen hinter dem Glase F, so ist

$$\text{II. } F = \frac{af}{a-f}.$$

Wenn eine der Flächen des Glases hohl ist, so wird ihr Halbmesser negativ, und wenn die Strahlen nach einem Puncte hinter dem Glase zu fahren, so ist die Entfernung desselben durch ein negatives a zu bezeichnen, so wie auch, wenn einer der beiden Ausdrücke negativ ist, eine entgegengesetzte Lage der Weiten f, F angedeutet wird.

Es sey nun (T. III. F. 4.) AB eine erhabene Linse von Crownglase, und CD eine concave von Flintglase, jene in E, diese in F auf der gemeinschaftlichen Axe GP, für jene sey das Brechungs-Verhältniß der mitteren Strahlen aus Luft in Glas m:1, der äußern M:1, für diese sey jenes Verhältniß n:1, das andere N:1. Die Brennweiten der beiden Gläser für die mittleren Strahlen seyen f, g, für die äußeren h, l. Die mit der Axe parallel einfallenden mittleren Strahlen sollen durch das erste Glas nach H, durch das zweyte nach K hin gebrochen werden. Sieht man EF als unbedeutend klein an, so findet man aus FH, welches alsdann für EH = f genommen wird, und aus der Brennweite g, vermöge der Formel II., die Vereinigungsweite $FK = \frac{fg}{g-f}$, weil man für das dortige a hier — f, und für das dortige f hier — g hat. Eben so, wenn die äußern Strahlen durch das erste Glas nach J, durch das andere nach eben dem Puncte K gebrochen

chen werden, findet man aus FJ, welches man für $EJ = h$ nimmt, und aus der Brennweite des Concavglases l, die Weite $FK = \frac{hl}{l - h}$, weil das dortige a hier $-h$, und das dortige f hier $-l$ ist. Demnach ist $\frac{fg}{g-f} = \frac{hl}{l-h}$, oder $fg(l - h) = hl(g - f)$. Setzt man nun in der Formel I. anstatt m nach und nach die Werthe $\frac{1}{m}, \frac{1}{M}, \frac{1}{n}, \frac{1}{N}$, die das hier angenommene Brechungsverhältniß fordert, so erhält man aus derselben, ohne auf die Halbmesser zu sehen,

$$f = \frac{\frac{1}{m}}{1 - \frac{1}{m}} = \frac{1}{m - 1}, \quad g = \frac{\frac{1}{n}}{1 - \frac{1}{n}} = \frac{1}{n - 1}$$

$$h = \frac{\frac{1}{M}}{1 - \frac{1}{M}} = \frac{1}{M - 1}, \quad h = \frac{\frac{1}{N}}{1 - \frac{1}{N}} = \frac{1}{N - 1}.$$

folglich $f : h = \frac{1}{m - 1} : \frac{1}{M - 1}$,

$$(m - 1) f = (M - 1) h, \text{ und mithin}$$
$$f : h = M - 1 : m - 1;$$

desgleichen $g : l = \frac{1}{n - 1} : \frac{1}{N - 1}$

$$(n - 1) g = (N - 1) l, \text{ folglich}$$
$$g : l = N - 1 : n - 1.$$

Demnach ist

$$fg : hl = (M - 1)(N - 1) : (m - 1)(n - 1).$$

Da nun, nach einer der obigen Gleichungen,

$$fg : hl = g - f : l - h,$$ so ist auch

$$g - f : l - h = (M - 1)(N - 1) : (m - 1)(n - 1),$$

und mithin $(M - 1)(N - 1)(l - h) = (m - 1)(n - 1)(g - f)$.

Setzt man nun hier für h und l ihre aus den obigen Proportionen herzuleitenden Werthe durch f und g ausgedruckt, nemlich

$$h = \frac{(m - 1) f}{M - 1}, \text{ und } l = \frac{(n - 1) g}{N - 1},$$

so erhält man

$$(M - 1)(n - 1) g - (N - 1)(m - 1) f = (m - 1)(n - 1)(g - f), \text{ oder}$$

$$[(M - 1)(n - 1) - (m - 1)(n - 1)] g = [(N - 1)(m - 1) - (m - 1)(n - 1)] f$$

$$[(M - 1) - (m - 1)](n - 1) g = [(N - 1) - (n - 1)](m - 1) f, \text{ oder}$$

$$(M - m)(n - 1) g = (N - n)(m - 1) f;$$

folglich ist

$$f : g = (M - m)(n - 1) : (N - n(m - 1), \text{ oder}$$

$$f : g = \frac{M - m}{m - 1} : \frac{N - n}{n - 1}.$$

In Zahlen ist, nach Dollonds Versuchen,
$f : g = \frac{2}{53} : \frac{3}{38} = 116 : 159 = 1 : 1{,}037$.

Nun müssen aber noch die Halbmesser der Krümmungen der Gläser so genommen werden, daß die Abweichungen von der Kugelgestalt so gering, als möglich, werden.

§. 40. Um die Sache in einem Beyspiele noch leichter zu übersehen, so setze man, daß die erhabene Linse, wenn das Licht mit ihrer Axe parallel

rallel auffällt, den rothen Strahl um 1°, den violetten aber um 1° 2′ gegen die Axe breche, so wird die hohle Linse, bey 1 Grad Brechung für den rothen Strahl, den violetten um 1° 3′ von der Axe weg brechen. Da man nun kleine Winkel, ohne beträchtlichen Irrthum, für ihre Sinus setzen kann, so ist leicht einzusehen, daß, wenn von der erhabenen Linse ein rother Strahl um 6° gegen die Axe, und hernach von der hohlen wieder um 4° von der Axe weg gebrochen wird, die erstere den violetten Strahl um 6° 12′ zur Axe, und die zweyte denselben Strahl um 4° 12′ von der Axe weg brechen werde. Da nun der Unterschied zwischen 6° und 4°, und der zwischen 6° 12′ und 4° 12′ gleichviel, nemlich 2°, beträgt, so werden alle Farbenstrahlen durch beide Linsen um 2° zur Axe gebrochen, und sind also einander parallel, wenn anders die Brennweiten der Linsen sich so verhalten, daß die hohle den Strahl um 4° von der Axe entfernt, den die andere ihr um 6° nähert. Bleiben aber die Farbenstrahlen nach der Brechung einander parallel, so unterscheiden wir sie nicht, sondern sehen blos weißes Licht.

§. 41. Von dem galileischen Fernrohre hat Lambert in einer eigenen Abhandlung (Nouv. Mem de Berlin 1771. p. 338.) gezeigt, wie man bey demselben die Abweichung wegen der Farbenzerstreuung vermeiden könne, ohne zweyerley Glasarten dazu zu nehmen.

Die Möglichkeit davon kann man sich folgendermaßen begreiflich machen. Die blauen Strahlen fahren nach der Brechung durch das Objectivglas nach einem näheren Puncte hinter dem Oculare zu, als die rothen. Nun werden sie aber durch das Ocular wieder stärker gebrochen, als die

 rothen,

rothen, um das virtuelle Bild vor dem Oculare zu machen, und zwar nach der entgegengesetzten Seite von derjenigen, nach welcher sie vorher gebrochen wurden. Also muß es wol möglich seyn, die Veranstaltung so zu treffen, daß sie nunmehr mit den rothen von Einem Puncte herkommen. Mit einem convexen Oculare geht dies nicht an, weil die zweyte Brechung den Vereinigungspunct der blauen noch mehr entfernt. Hieraus erklärt sich zugleich der oben von dem galileischen Fernrohre gerühmte Vorzug der größeren Deutlichkeit.

Achromatisches Fernrohr mit dreyfachem Objective.

§. 42. T. IV. F. 1. zeigt den perspectivischen Aufriß des Werkzeugs. Das Objectivrohr AB ist von lackirtem saubern Holze, und hat an den beiden Enden bey A und B messingene Fassungen. In die Fassung bey A wird die Fassung des Objectivs fest geschroben, in die bey B aber eine in das Objectivrohr hineingehende messingene Röhre gesteckt, welche das am vordern Ende in sie eingeschrobene Ocularrohr BC trägt, und durch ein, vermittelst der Scheibe D bewegliches Getriebe, das in eine Reihe in ihrer Seite eingeschnittener Zähne eingreift, sanft verschoben werden kann, um dem Ocularrohre CB die für jedes Auge angemessene Entfernung von dem durch das Objectivglas erzeugten Bilde leicht und genau geben zu können. Dieses Ocularrohr CB besteht aus einer längeren Röhre von Messing, in deren beiden Enden ein kürzeres Röhrchen mit zwey erhabenen Linsen eingeschroben ist. T. IV. F. 2. zeigt die Ordnung dieser Gläser, und die dadurch erzeugten Bilder. Das zusammengesetzte Objectiv A macht von dem Gegenstande

stande das verkehrte wirkliche Bild F; von diesem Bilde F macht das Ocular B das verkehrte eingebildete f, wovon das Ocular C das aufrechte eingebildete f′ macht; von diesem macht endlich das Ocular D das aufrechte wirkliche Bild f″, welches durch das letzte Ocular E von dem Auge in O betrachtet wird.

Das Objectiv ist dreyfach, die gemeinschaftliche Brennweite 18″, der Durchmesser der Oeffnung 2″ 5‴.

Um zu verhindern, daß das Objectivglas sich nach Verlauf einiger Zeit nicht mit einer Haut überziehen möge, welche seiner Durchsichtigkeit nachtheilig werden müßte, ist die Fassung desselben so eingerichtet, daß man die Gläser herausnehmen und mit feinem Leder oder Leinwand reinigen kann. Da aber die Gläser nachher in der Fassung wieder in dieselbe Lage gebracht werden müssen, die sie vor dem Herausnehmen hatten, so sind zu dem Ende drey übereinstimmende Puncte auf dem Rande mit den Zahlen 1, 2, 3 bezeichnet worden.

Die Bewegung in der Verticalfläche erhält das Fernrohr durch das Zirkelgewinde E, dieses aber hängt mit dem Zapfen F zusammen, welcher in der Säule G eine horizontale Bewegung hat, so daß alle Gegenstände, sowohl am Himmel, als auf der Erde, sich leicht finden lassen. Außer dem Objectivrohre ist alles von Messing sehr sauber gearbeitet.

Zur Verwahrung des Werkzeugs dient ein wie ein Etuis eingerichtetes Kästchen von 18 Zoll Länge und 7 Zoll Breite. Ueberall ist Pariser Maaß zu verstehen.

Was die Wirkung dieses Fernrohrs betrifft, so wird dabey von dem Künstler gewöhnlich auf eine 40malige Vergrößerung im Durchmesser angetragen.

 Da

Da nun nach Mayers Tafel (Klügels Anal. Dioptrik Th. II. S. 179.) ein Fernrohr mit einfachem Objective von 14 Fuß Brennweite, und 1, 7 Zoll Oeffnung, nebst einem Oculare von 3, 9 Zoll erfordert würde, um eine 42½malige Vergrößerung zu erhalten, so sieht man daraus, wie groß schon in Ansehung der Bequemlichkeit der Vorzug des 18zolligen achromatischen ist; der Unterschied in der Helligkeit aber läßt sich daraus abnehmen, daß bey dem letzteren der Durchmesser der Oeffnung um 9''' größer ist.

Man sieht durch ein solches Fernrohr die Trabanten des Jupiters und seine Streifen, den Ring des Saturn, die Mondsflecken, die Lichtgestalten der Venus, die einzelnen Sterne des Siebengestirns und der größeren Nebelflecken sehr deutlich. Auf der Erde kann ein mäßiggutes Auge durch dasselbe einen von der Sonne beleuchteten Brief mit Buchstaben von mittlerer Größe in einer Entfernung von 200 Pariser Fuß lesen, auf 1 Stunde weit bekannte Personen erkennen, und auf 2 Stunden Farben und Bewegungen deutlich unterscheiden.

Das eben beschriebene Fernrohr wird von Hrn. Tiedemann in Stuttgart in vorzüglicher Vollkommenheit verfertiget; der sich übrigens dabey nicht auf die Maaße des hier beschriebenen einschränkt, sondern auf Verlangen solche Fernröhre von jeder Größe verfertiget. (s. J. H. Tiedemann Beschreibung der von ihm verfertigten achromatischen Fernröhre rc. Stuttgart 1785. S. 56. ff.)

Durchgangsfernrohr.

§. 43. Der erste, der ein unter rechten Winkeln auf einer beweglichen Axe befestigtes Fernrohr in der Ebene des Meridians umzudrehen lehrte,

war

war Römer. Sein Werkzeug gebrauchte er, um Culminationen und Rectascensionen der Fixsterne zu beobachten, und befreyete sich dadurch von den beschwerlichen Beobachtungen correspondirender Höhen. Er nannte es rota meridiana.

Nach Römern wurde es zuerst von Halley in einer einfacheren und vollkommeneren Gestalt, mit Weglassung des entbehrlichen Kreises, auf der Sternwarte zu Grenwich eingeführt. Im J. 1750 verfertigte Birs für eben diese Sternwarte ein neues 8schuhiges Durchgangsfernrohr mit einem sinnreichen Mechanismus, um die Axe höher und tiefer zu stellen, und in eine horizontale Lage zu bringen; auch das Fernrohr selbst nach der Ebene des Meridians zu richten.

§. 44. Das Durchgangsfernrohr (T. V.) ist achromatisch 6 Schuh lang, und hat folgende Einrichtung. AB ist eine messingene kegelförmige Axe, deren Enden A, B von Stahl und wohl abgedreht sind. In der Mitte der Axe befindet sich ein Würfel CJDK, durch welchen eine cylindrische Röhre EF geht, worin das 6schuhige Fernrohr GH sich vor und rückwärts verschieben läßt, bis der vordere Theil GC dem hinteren HK die Wage hält. Hat man es dahin gebracht, so wird das Fernrohr GH durch die in dem Ringe der Röhre EF befindliche Schraube F, und durch mehrere kleinere, so befestiget, daß die Mittellinie des Fernrohrs mit der Mittellinie der Axe AB beynahe rechte Winkel macht. Vor dem Objectivglase G ist ein mit weißem Firniß überzogener platter Ring unter einem Winkel von 45° angebracht, welcher das von der Laterne M erhaltene Licht reflectirt, und damit das Fernrohr so erleuchtet, daß die in dem gemeinschaftlichen Brennpuncte des Objectiv- und Ocular-

glases bey H befindlichen feinen Silberfäden, deren einer horizontal ist, und drey vertical sind, bey Nacht gesehen werden können.

Die kleinere Röhre g enthält das Ocularglas samt einem Collectivglase und dem Fadengitter, und ist vermittelst der Schrauben a, b, nach beiden Seiten beweglich. Das achromatische Fernrohr GH vergrößert hundertmal, und sein Sehefeld faßt über einen halben Grad am Himmel.

N, O sind zwey 7 Schuh hohe abgekürzte Pyramiden von Marmor, deren beide Grundflächen sind Quadrate, und die Breite der unteren ist 2 Schuhe, die der oberen 18 Zolle. Diese pyramidalischen Säulen sind in der einen Schuh tief ausgegrabenen Mauer des Fußbodens mit Gips und Backsteinen befestigt, und mit der Mauer eines alten Gewölbes so verbunden, daß sie mit ihr eine feste Masse ausmachen.

Q, P sind zwey Platten, welche die Axen des Werkzeugs tragen. Vermittelst der Schraube R in der Platte P, kann das Ende A der Axe erhoben und die Axe AB selbst in die horizontale Lage gebracht werden.

Vermittelst der Schraube S in der Platte Q läßt sich das andere Ende B vor- und rückwärts verschieben, und das Fernrohr selbst nach dem wahren Meridian richten. mPn ist ein Halbkreis, dessen Zeiger AP an der Axe A befestiget ist. Der Anfang der Theilung muß von der Aequatorshöhe des Beobachtungsorts genommen werden. Der Halbkreis steht richtig, wenn man ihn bewegt, bis der von der Mitte A der Axe herabhangende Faden die Polhöhe eben dieses Orts abschneidet. Wird das Fernrohr nach einem Sterne, dessen Abweichung

chung gegeben ist, gerichtet, so muß der Zeiger den nemlichen Grad der Abweichung angeben. Geschieht dies nicht, so kann man den Fehler durch eine kleine Bewegung des Zeigers verbessern, worauf man dann Planeten und Fixsterne bey Tag und Nacht finden kann.

Die Säule O ist mit einem hölzernen Rahmen ab umgeben, an welchem ein Arm cdf befestiget ist. Bey f sind zwey in einander bewegliche platte Ringe, wovon der äußere die Regel MP mit der Laterne M trägt, die durch das Gewicht P im Gleichgewichte erhalten wird. Die Regel kann in jeder Lage dem Fernrohre parallel gestellt werden, und die dem Ringe L gegenüberstehende Laterne erleuchtet es. Die ganze Vorrichtung cdfM kann bey der Berichtigung des Werkzeugs weggenommen werden.

Das Gewicht der Axe sammt dem Fernrohre ist 40 Pfund, daher wird der ziemlich beträchtliche Druck und die Reibung der Axe, durch zwey Hebel VUX, die auf beiden Seiten angebracht sind, vermindert. Die Gewichte X, X müssen so groß genommen werden, daß nur ein Druck von 6 bis 8 Pfunden übrig bleibt, damit das Fernrohr, durch die daher entstehende Reibung, bey jedem Grade der Abweichung, auf den man es richten mag, erhalten, und die Berichtigung der Axe desto zuverlässiger wird.

An dem obersten Theile der steinernen Säule N (T. V.) ist ein eisernes Kreuz mit eingegossenem Bley befestiget, an welchem die Platte FGHJ (T. VI.) durch vier starke Schrauben B, C, D, E festgehalten wird. Zwischen den zwey Platten LK, MN ist die Platte PQST auf- und niederwärts beweglich, deren bogenförmige Oeffnung abdc das

Ende

Ende A des abgedreheten Cylinders der Axe AB (T. V.) aufnimmt. Bey X ist an der Platte FGHJ eine Mutterschraube befestiget, in welcher die Schraube RV sich dreht, vermittelst deren das Durchgangsfernrohr erhoben und niedergelassen werden kann.

An der andern steinernen Säule O (T. V.) ist auf gleiche Art eine messingene Platte FGHJ (T. VI.) befestiget. Zwischen den Queerplatten KM, LN läßt sich das Stück OPQR, welches die Platte TUVX trägt, verschieben. In der Oeffnung abcd liegt das andere abgedrehete Ende B der Axe AB (T. V.). In der Mutterschraube ef dreht sich die Schraube S, welche die Platte OPQR, und mit ihr das eine Ende der Axe vo- und rückwärts bewegt, und das Fernrohr nach dem Meridian richtet.

Dieser Beschreibung gemäß ist dies Werkzeug zu Kopenhagen unter der Aufsicht des Herrn Justizrath Bugge von einem dortigen geschickten Künstler, Herrn Ahl, verfertiget, und auf der neuen königlichen Sternwarte aufgestellt worden.

(Bugge Obss. astron. C. 11.)

Tab. I.

fig. 3.

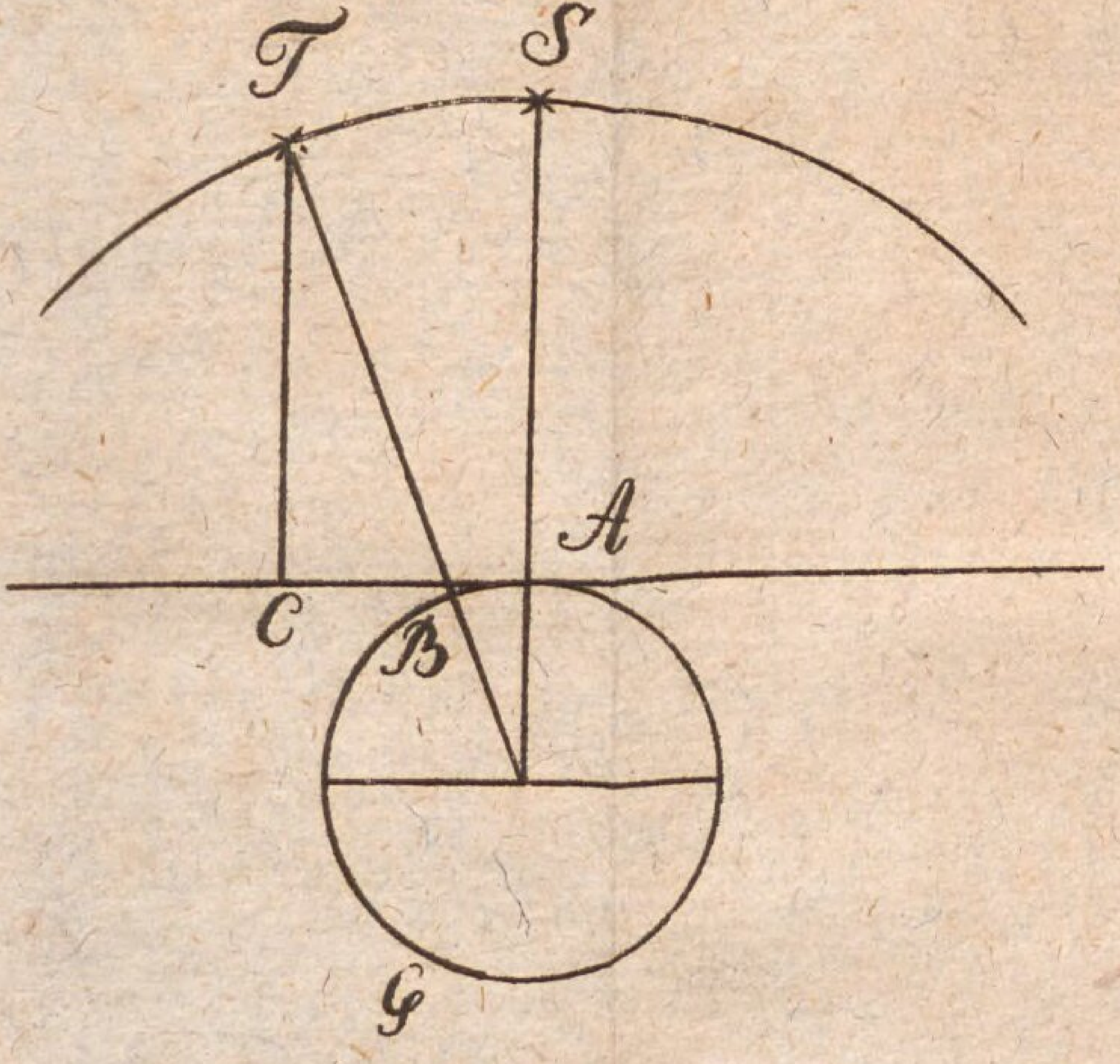


fig. 2.

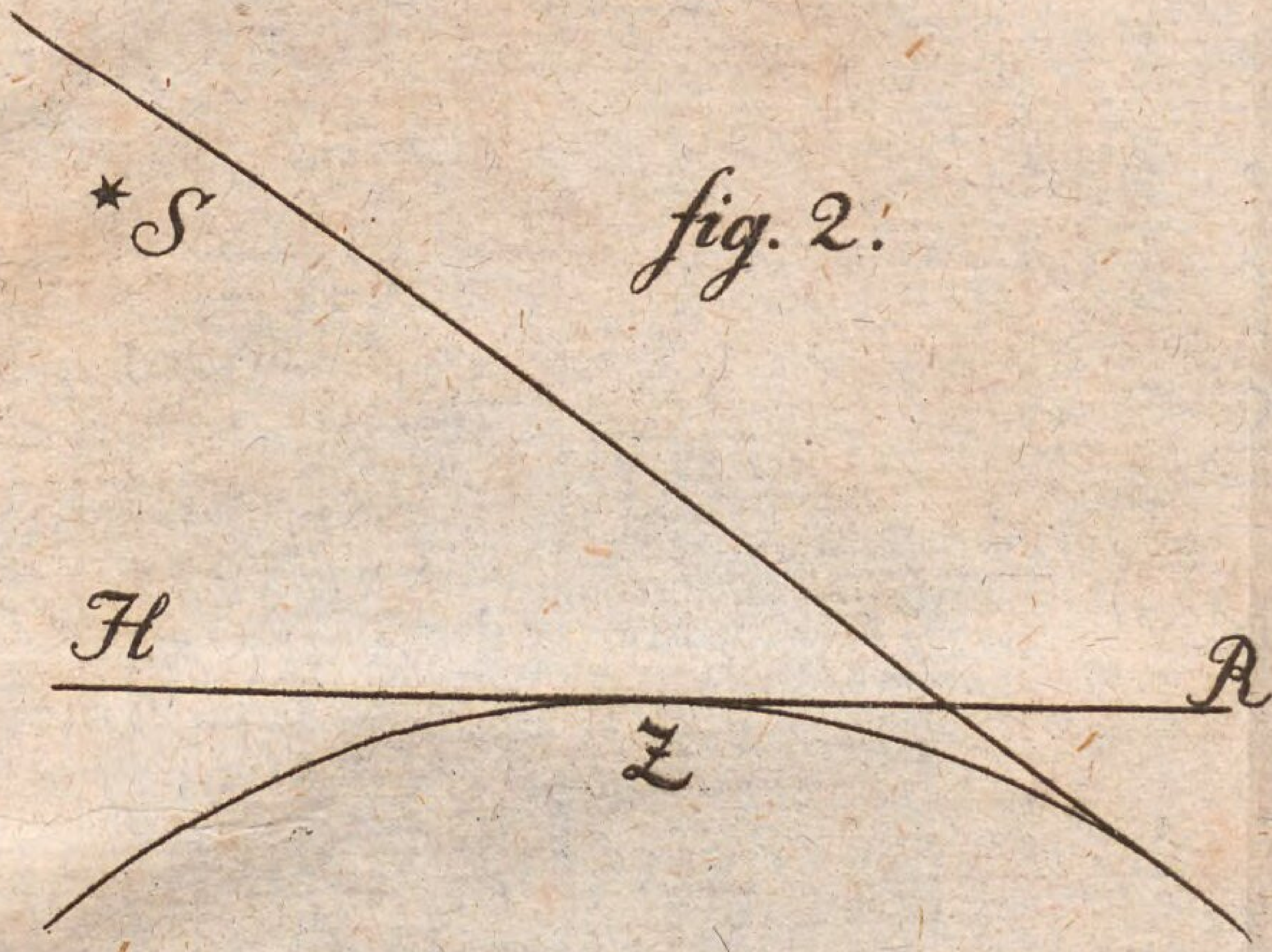


fig. 1.

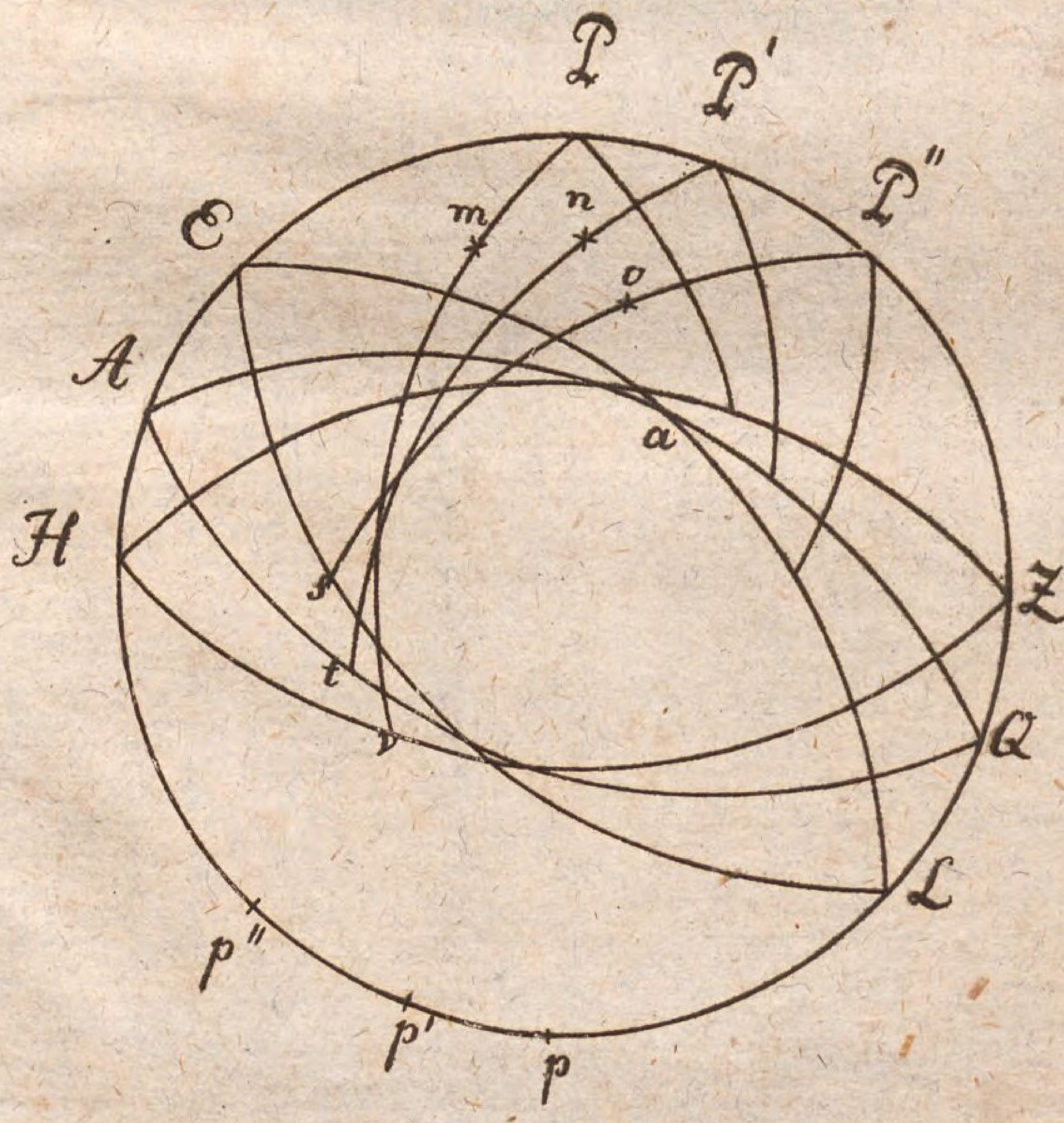


fig. 4.

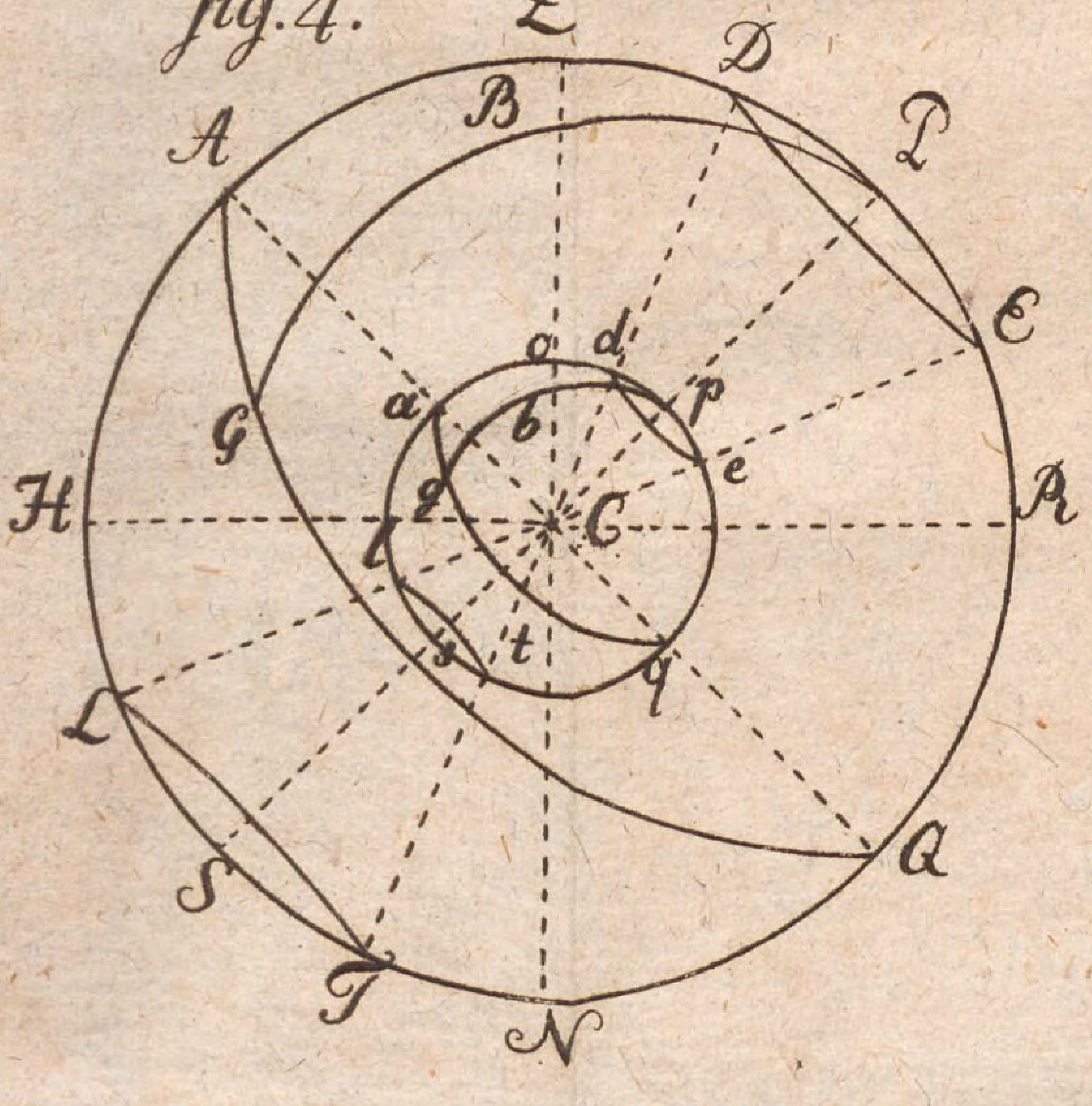


fig. 1.

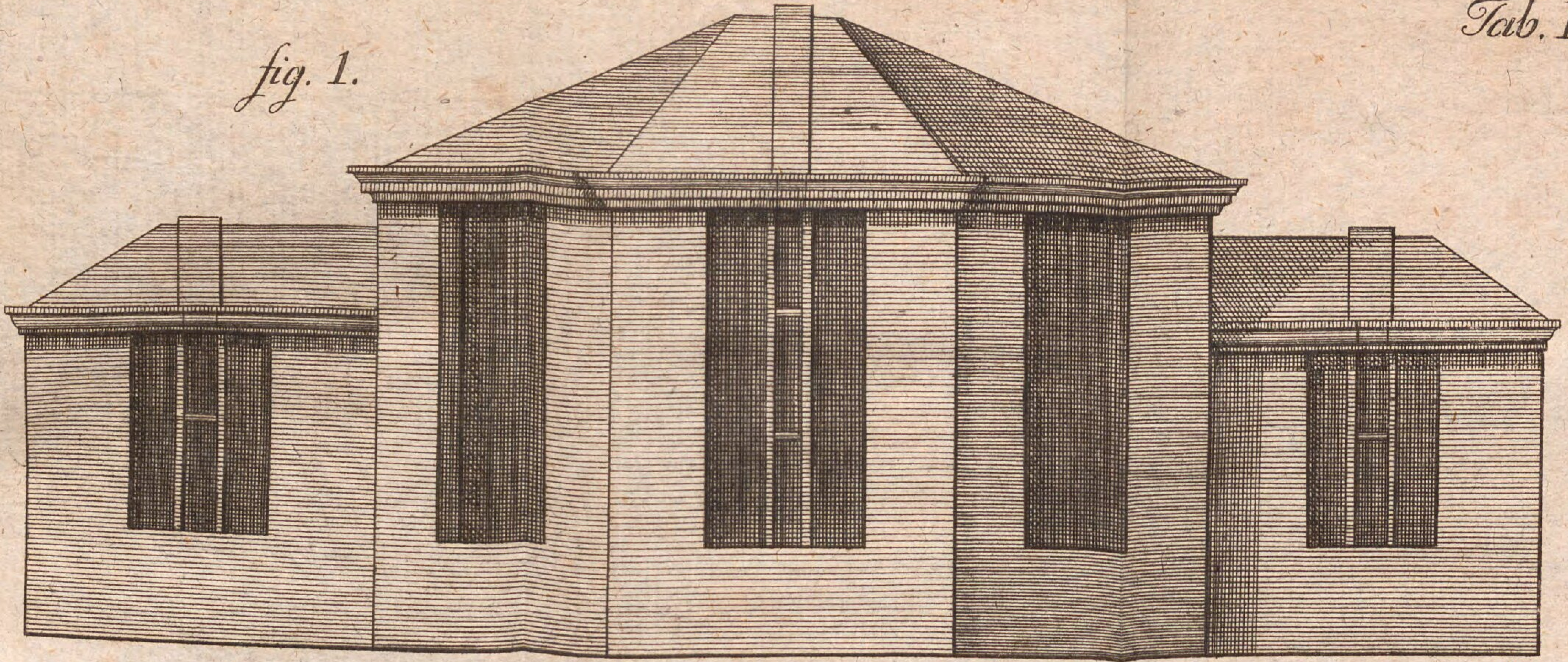
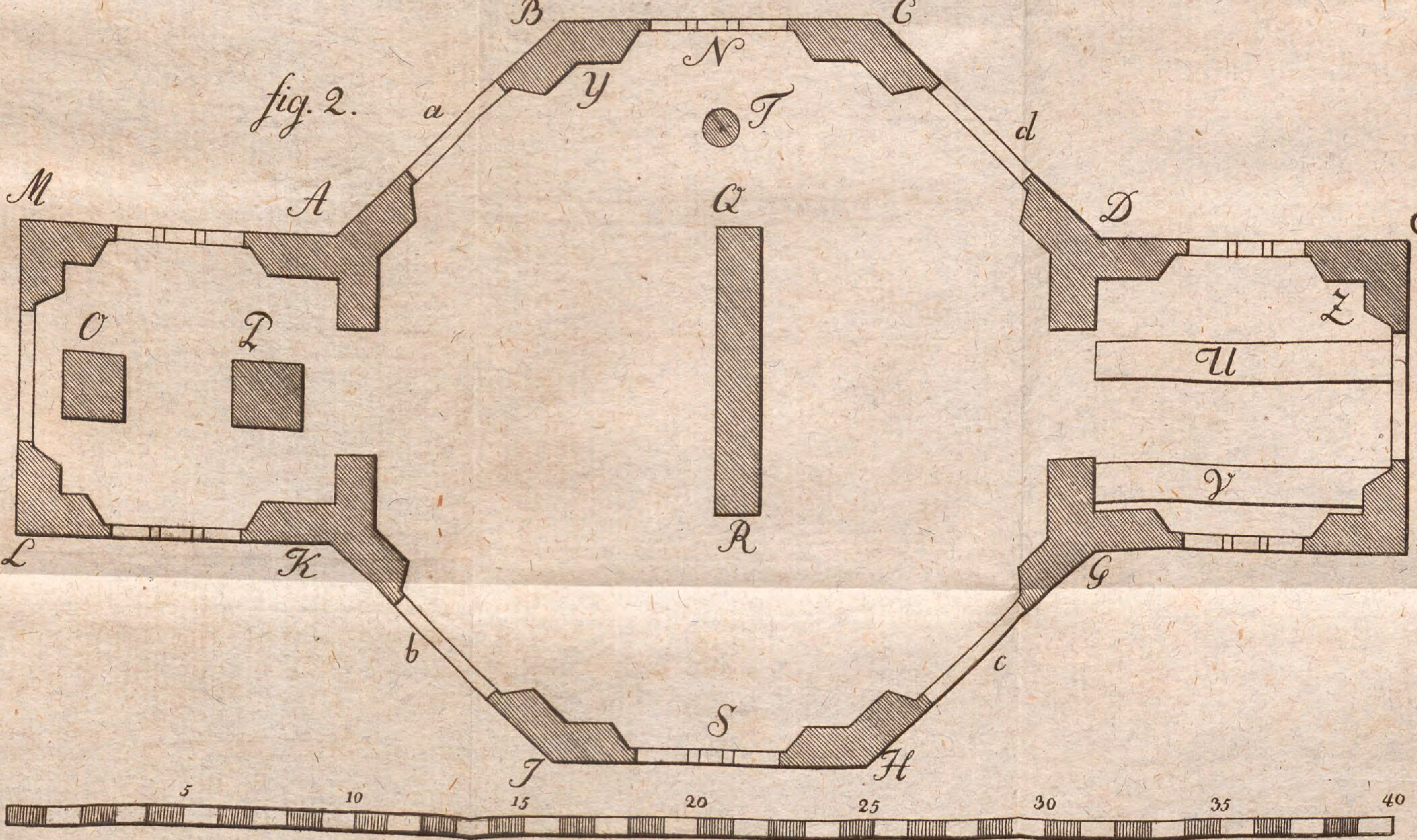


fig. 2.



Capieux. sc. 1797.

Tab. III

fig. 1

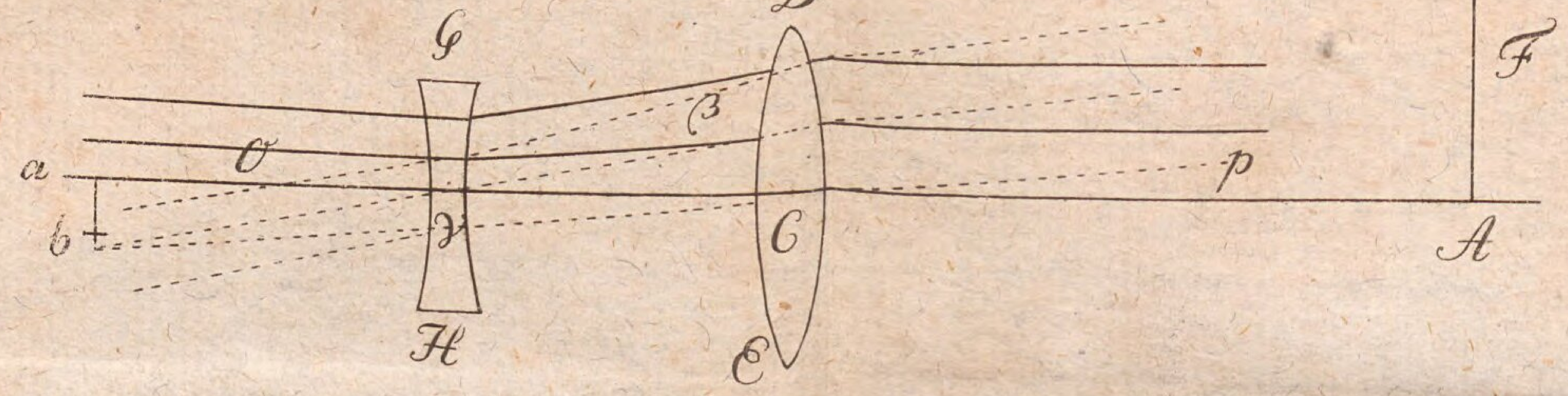


fig. 2

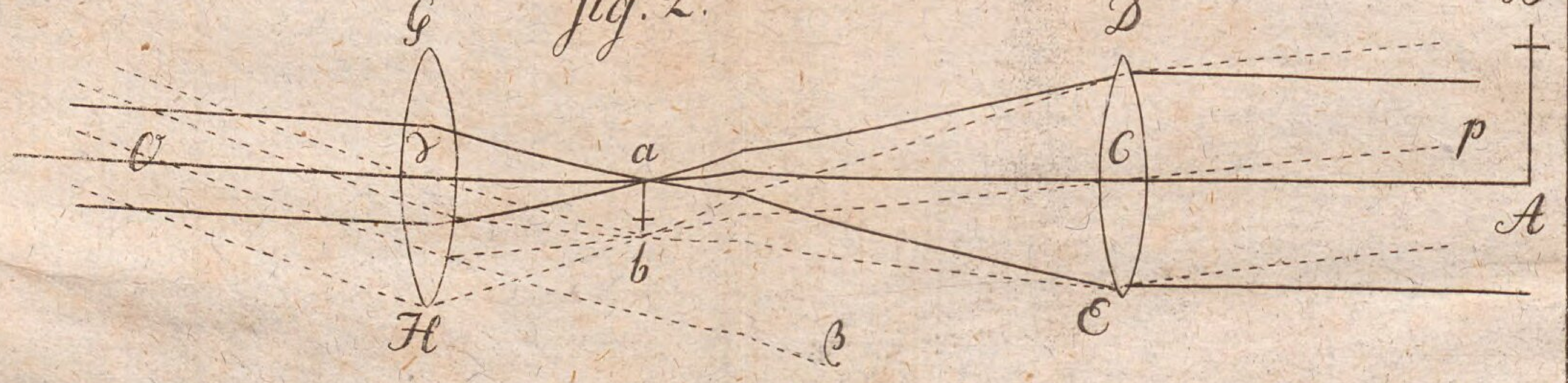


fig. 3

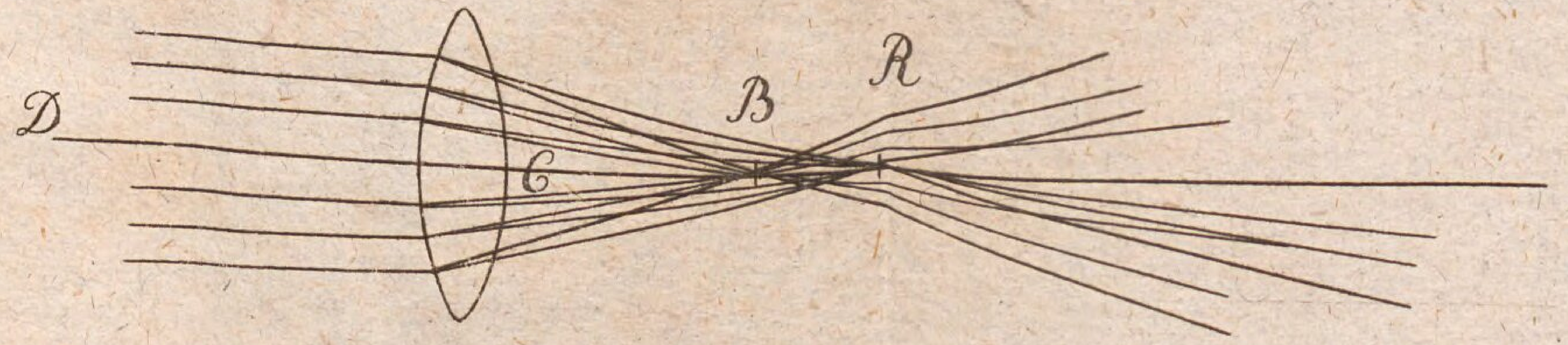
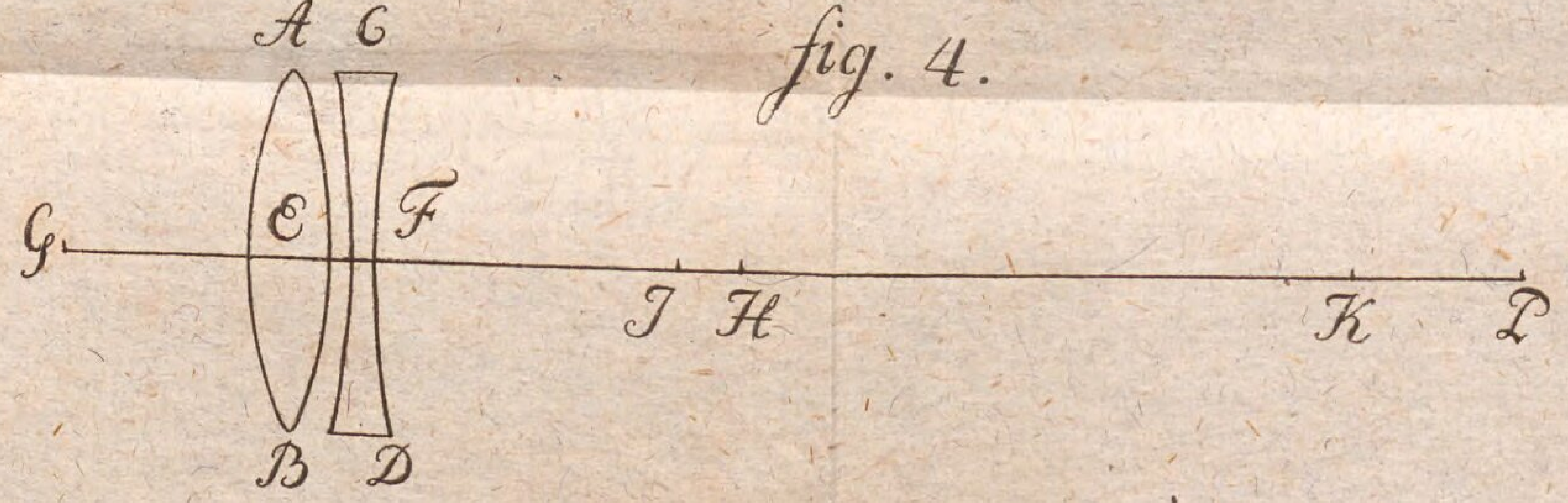


fig. 4



Capieux sc. 1797.

Tab. IV

fig. 1.

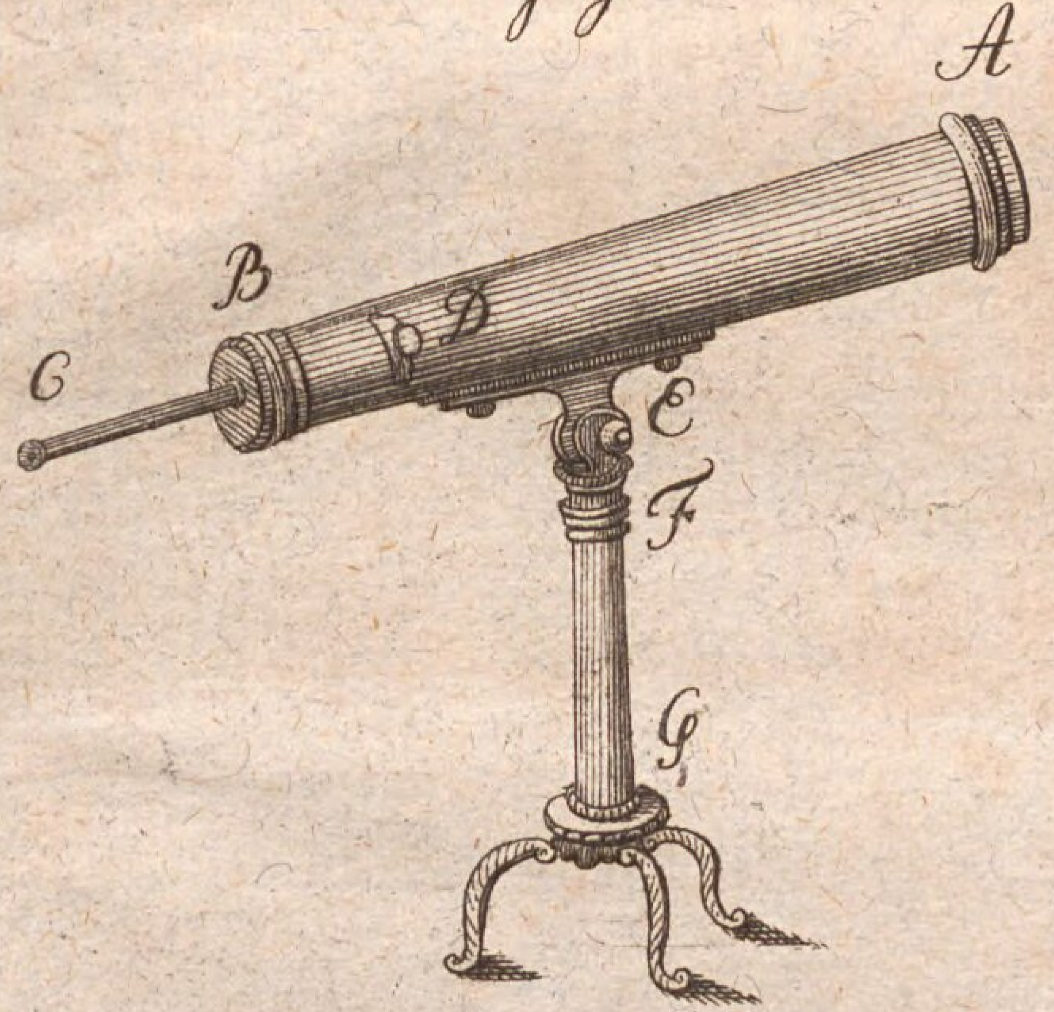
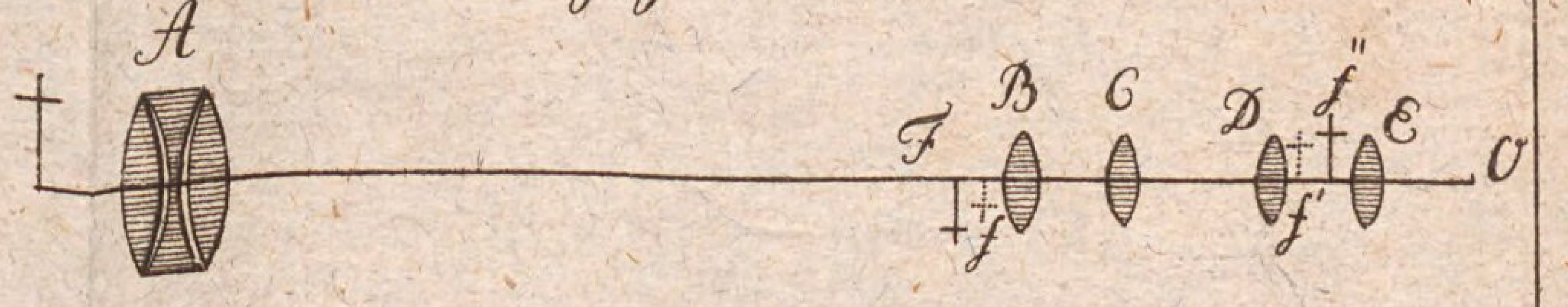
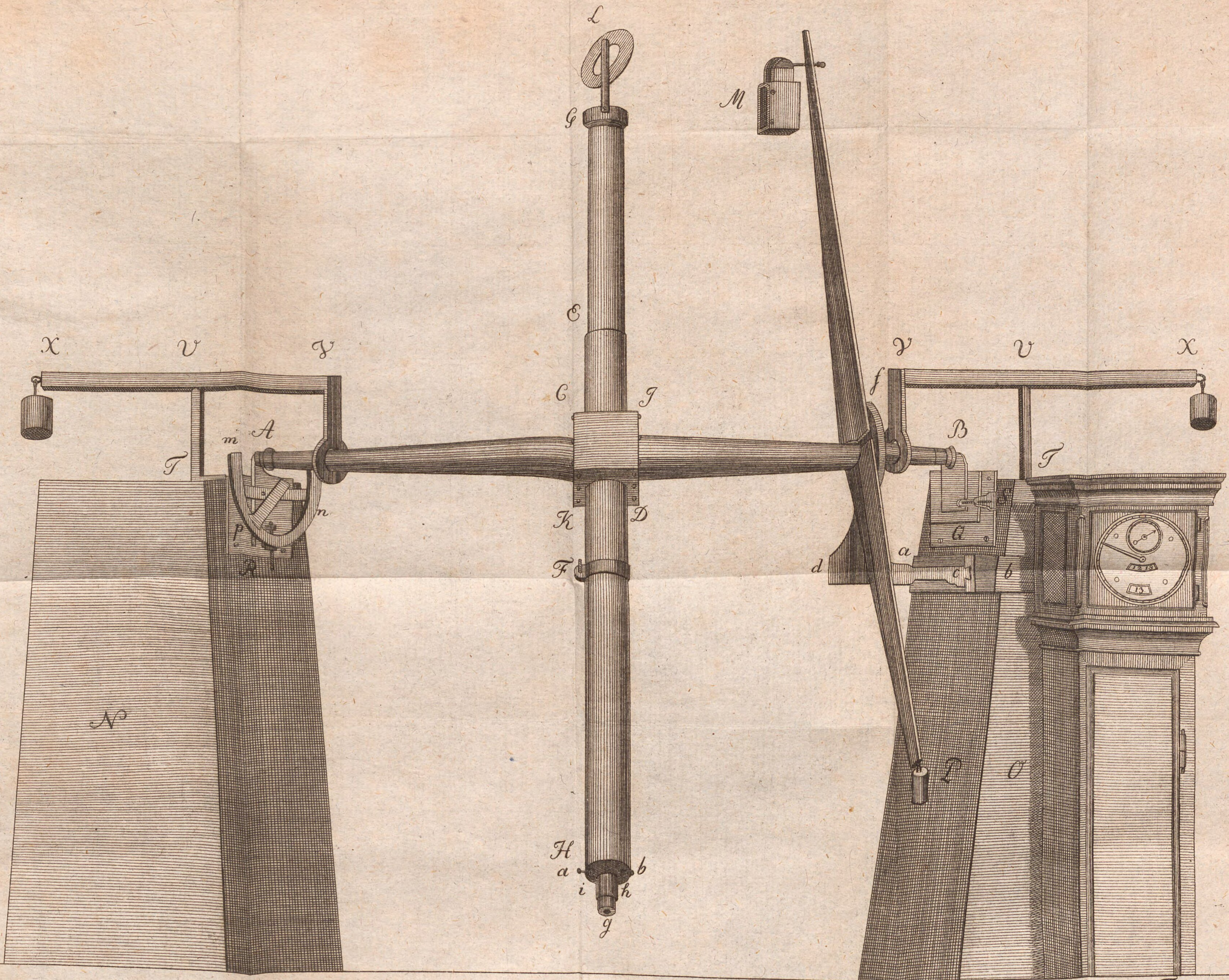


fig. 2.

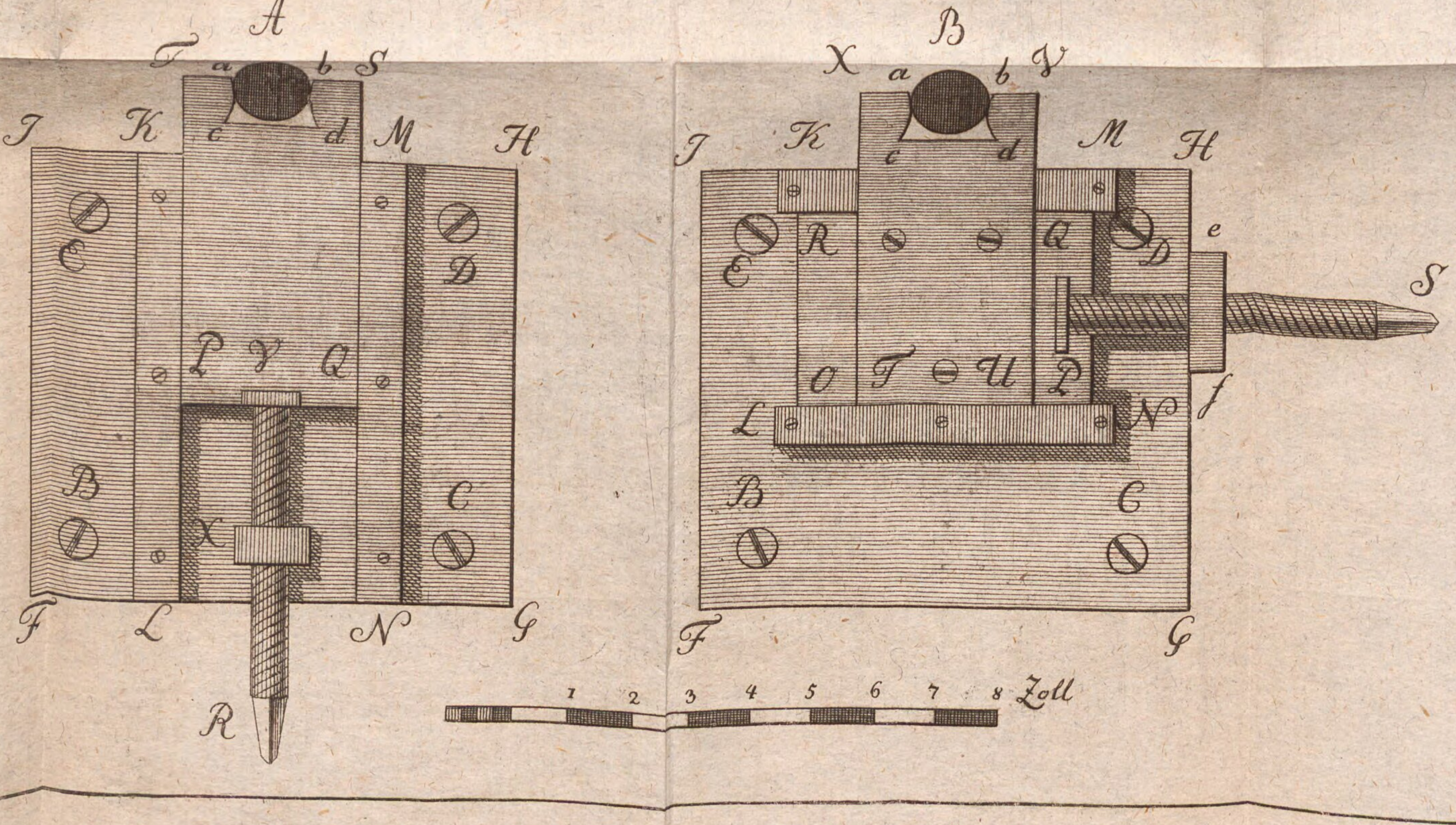


Astronom. II. Heft.

Tab. V.



Tab. VI.



Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Der Astronom, Oder Compendiöse Bibliothek des Wissenswürdigsten aus den gesammten astronomischen Wissenschaften

Bd.: 1/2

Eisenach [u.a.] 1797

Enc. 18-17,1/2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10400372-1
VD18 80276733-001